

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»

Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых

Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Технология и техника сооружения разведочных скважин при разведке Джункун-Отулахского объекта (Республика Саха (Якутия))

УДК 550.822.7:622.24:553.81:551.345(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Алексеев Анатолий Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Тимофей Васильевич	к. г.-м. н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко Михаил Михайлович	д-ф.-м.н., профессор		

Томск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа	Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность)	21.05.03 «Технология геологической разведки»
Уровень образования	Специалитет
Отделение	Нефтегазового дела
Период выполнения	Осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Описание теоретической части проекта</i>	
	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	
	<i>Устранение недостатков проекта</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко Михаил Михайлович	д-ф-м.н., профессор		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»
Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Немирович-Данченко М.М..
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту:

Группа	ФИО
222В	Алексееву Анатолию Олеговичу

Тема работы:

Технология и техника сооружения разведочных скважин при разведке Джункун-Отулахского объекта (Республика Саха (Якутия))	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Джункун-Отулахский объект, поиски алмазов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цеха. 3. Бурение в многолетнемерзлых породах.
Перечень графического материала	1. Геологическая карта. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Тимофей Васильевич,
Социальная ответственность	Задорожная Татьяна Анатольевна.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая Ольга Вячеславовна.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Алексеев Анатолий Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Алексееву Анатолию Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Полевые работы на оценочной стадии алмазности Дзункун-Отулахского объекта (РС(Я))
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	<p style="text-align: center;"><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. – Повреждения в результате контакта с насекомыми. – Повышенный уровень шума и вибраций. – Недостаточная освещенность рабочей зоны. <p style="text-align: center;"><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины и механизмы различного оборудования. – Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб. – Электрический ток.
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на атмосферу. – Воздействие на водные ресурсы. – Воздействие на недра и лесные угодья.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	– Пожары и меры их устранения
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	– Особенности регулирования труда работников, работающих в условиях Крайнего севера.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Алексеев Анатолий Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Алексееву Анатолию Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	специалитет	Специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе геологоразведочных работ</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Свод видов и объемов геологоразведочных работ</i>
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ</i>
<i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Нормы расходов материалов</i>
<i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Сформировать календарный план выполнения работ</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Отсутствует

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Алексеев Анатолий Олегович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 144 страниц, 11 рисунков, 27 таблиц, 25 источников, 6 графических приложений.

Ключевые слова: Джункун-Отулахский объект, алмазы, ПБУ-2, бурение с помощью компрессора, скважина.

Проводятся поисково-оценочные работы на алмазы на участке «Призаломный», Республика Саха (Якутия).

Цель работы: разработка технологии сооружения скважин при проведении поисково-оценочных работ на алмазы с углубленным рассмотрением вопроса бурения в многолетнемерзлых породах.

В процессе разработки проводились подбор техники и технологии сооружения скважин в пределах данного объекта; проверочные расчеты бурового оборудования; анализы вредных и опасных факторов при проведении разведочных работ и меры по их предупреждению; сметно-финансовые расчеты.

В результате проектирования был произведен подбор бурового оборудования для разведки данного месторождения, удовлетворяющий всем требованиям; был произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; произведены сметно-финансовые расчеты по данному объекту.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте предоставляется полное описание буровой установки ПБУ-2 и ее укомплектованности; приведены технические характеристики каждой составляющей единицы буровой установки и буровой установки в целом.

Значимость работы: проведение поисково-оценочных работ на участке «Призаломный» с последующим подсчетом запасов алмазоносных пород, позволит спроектировать технологию добычи.

ESSAY

The final qualification work contains 144 pages, 11 drawings, 27 tables, 25 sources, 6 graphic applications.

Key words: Dzhunkun-Otulahsky object, diamonds, PBU-2, drilling with the help of a compressor.

Are carried out prospecting and evaluation work on diamonds at the site "Prizalomny", the Republic of Sakha (Yakutia).

The purpose of the work: the development of well construction technology for prospecting and evaluation of diamonds with in-depth consideration of drilling in permafrost.

During the development of the project, prospecting and appraisal wells were carried out: geological and methodical part, drilling technology and techniques, social responsibility for drilling operations, financial management.

As a result of the end of the project: a complete geological description of the object was considered; Based on the calculations, the selection of drilling equipment that meets all the requirements and conditions of auxiliary equipment; The analysis of all harmful and dangerous factors is carried out at geological prospecting works within the limits of the given object.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides a complete description of the drilling rig PBU-2 and its staffing; the technical characteristics of each component of the unit of the drilling rig and the drilling rig as a whole are given.

Significance of the work: carrying out prospecting and appraisal work on the Priazalomny site with the subsequent calculation of the reserves of diamond-bearing rocks, will allow to design the extraction and processing of reserves.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	14
1.1. Географо-экономические условия проведения работ	14
1.1.1. Административное положение объекта работ	14
1.1.2. Рельеф.....	16
1.1.3. Климат	16
1.1.4. Растительность	16
1.1.5. Экономическая характеристика района работ	16
1.1.6. Пути сообщения	17
1.1.7. Гидросеть	18
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ	18
1.2.1. Геологическая изученность	18
1.2.2. Геофизическая изученность.....	20
1.2.3. Геохимическая изученность	25
1.2.4. Гидрогеологическая изученность.....	26
1.2.5. Экологическая изученность.....	26
1.2.6. Топографо-геодезическая изученность	27
1.3. Геологическая, геофизическая, геохимическая и гидрогеологическая характеристика площади работ.....	28
1.3.1. Геологическая характеристика	28
1.3.2. Геофизическая характеристика	38
1.3.3. Геохимическая характеристика	44
1.3.4. Гидрогеологическая характеристика	45
1.4. Методика, объемы и условия проведения работ	47
1.4.1. Геологическое обоснование работ	47

1.4.2. Геологические задачи и методы их решения	50
1.4.3. Организация работ	51
1.4.4. Подготовительный этап и проектирование.....	55
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ ...	57
2.1. Краткий обзор организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения	57
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении.....	57
2.3. Разработка типовых конструкций скважин	58
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин	58
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению	59
2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб.....	61
2.4.1. Силовая установка	63
2.4.2 Выбор труб	64
2.4.3. Компрессор KB-10/8	65
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения.....	67
2.5.1. Проходка горных пород	67
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин.....	72
2.7 Проверочные расчеты бурового оборудования	74
2.7.1 Проверочный расчет мощности привода буровой установки.....	74
2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты	77
2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность	78

2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин.....	82
2.9 Выбор источника энергии	86
2.11. Механизация спуско-подъемных операций	86
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА).....	87
2.12. Монтаж и демонтаж бурового оборудования	88
2.13. Ликвидация скважин	89
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	91
3.1 Производственная безопасность	91
3.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	93
3.1.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	98
3.2 Экологическая безопасность	106
3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	108
3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	112
3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	112
3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .	113
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА.....	115
4.1. Организация ремонтной службы.....	115
4.2. Организация электроснабжения	115
4.3. Транспортный цех.....	116
4.4. Диспетчерская служба.....	116
4.5. Служба КИП и средства автоматики	117
5. БУРЕНИЕ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ	118

5.1. Бурение скважин в мерзлых породах с продувкой воздухом	118
5.2. Бурение скважин в мерзлых породах с применением газожидкостных систем	121
5.2.1. Теплофизические свойства пен	121
5.3. Бурение скважин в мерзлых породах с применением промывочных жидкостей.....	123
5.4. Вывод	127
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	129
6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия	129
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения геологоразведочных работ	129
6.2.1. Технический план	129
6.2.2. Расчет затрат времени	131
6.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады	133
6.2.4. Расчет количества материалов и оборудования	133
6.3.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ–1).....	136
6.3.2. Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5), сметно-финансовые и прочие сметные расчеты	138
6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	141
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	142

ВВЕДЕНИЕ

Проектом предусматривается бурение 84 поисково-оценочных скважин. Бурение колонковых скважин на участке «Призаломный» будет проводиться с целью прослеживания и оценки рудной зоны на глубину, изучения ее морфологии и вещественного состава, уточнения геологической структуры рудопроявления, получения данных о параметрах оруденения. В работе предоставляется полное описание буровой установки ПБУ-2 и ее укомплектованности. В проекте указан способ бурения, определена конструкция скважин, их глубина, диаметры породоразрушающего инструмента (ПРИ), глубины спуска обсадных колонн. Предлагаемые в проекте способы бурения и конструкция скважин позволят:

- обеспечить необходимый процент выхода керна;
- изучить литолого-геологический разрез скважин;
- произвести отбор ориентированного керна для проведения качественного и количественного анализа на алмазы;
- обеспечить проведение геофизических исследований в скважинах.

В специальной части дипломного проекта рассмотрено бурение в многолетнемерзлых породах. Исходными материалами для дипломного проектирования послужили материалы производственной практики, литературные источники, действующие инструкции и указания. Первым этапом при проектировании геологоразведочных работ является составление геологического задания. Геологическое задание составляется по утвержденной форме и является основанием для разработки проекта. В геологическом задании указываются: стадия проведения работ, наименование объекта, полезное ископаемое, местоположение изучаемого месторождения, назначение работ, пространственные границы объекта, основные оценочные параметры полезного ископаемого, геологические задачи, их последовательность и основные методы решения, а также ожидаемые результаты и сроки выполнения работ.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Площадь проектируемых работ (1497 км²) административно расположена в западной части Республики Саха (Якутии) в пределах Мирнинского и Сунтарского районов (рис. 1), листы Р-49-ХІ, ХІІ; Р-49- ХVІІ, ХVІІІ, Р-50-VII, Р-50-ХІІІ. В зависимости от целевого назначения проектных работ выделены следующие группы участков:

I. Оценка перспектив алмазоносности:

1. Джункунский (бассейны рек Курунг-Джункун и Хотугу Джункун – левых притоков р. Улахан Ботуобуйа);

II. Поиски кимберлитовых тел:

Отулахский (междуречье р.р. Дьогус и Находка – правых притоков реки Оччугуй-Ботуобуйа);

Медвежий (верховье р.р. Медвежий, Дэлбиргэ);

Глубокий (правобережье среднего течения р. Ирелях);

Чуоналырский и Кюелляхский – участки наземной магниторазведки (верховье р.р. Чуоналыр, Кюеллях и Оччугуй Иирэлээх);

III. Оценка перспектив россыпной алмазоносности:

Приразломный (верховье р. Кюеллях).

Площадь проектных работ располагается в юго-восточной части Средне-Сибирского плоскогорья и в орографическом отношении представляет собой полого-холмистую равнину, слабо расчлененную современной гидросетью. Абсолютные отметки современного рельефа колеблются от 315 до 465 м, при относительном превышении их над долинами 100-150 м. Обнаженность района плохая. Коренные выходы пород встречаются лишь на склонах долин крупных рек и ручьёв. На плоских водоразделах широко развиты заболоченные участки. Характерной чертой рельефа является проявление мерзлотно-солифлюкционных процессов, термокарста, морозного растрескивания.

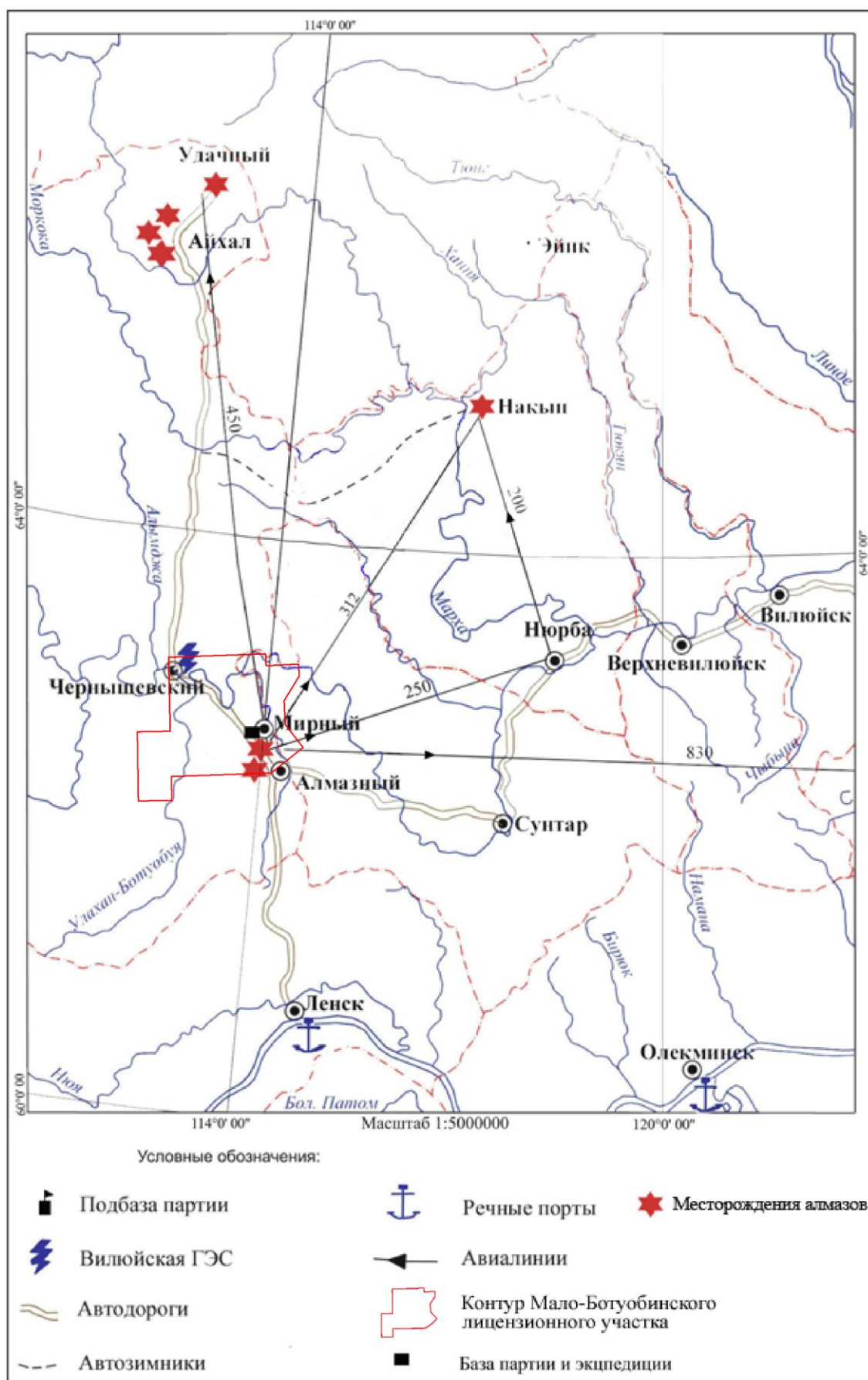


Рисунок 1 – Географо-экономическая схема района работ

1.1.2. Рельеф

Район работ расположен в зоне многолетнемерзлых пород. Мощность деятельного слоя летом колеблется в пределах 0,2–2,0 м (в среднем 0,8 м.) и зависит от экспозиции склонов, литологического состава слагающих их пород, растительного покрова и обводненности грунта. Передвижение наземного транспорта по дорогам (зимникам), прокладываемым по льду рек и озер, возможно в период с середины декабря по начало апреля месяца.

1.1.3. Климат

Климат района резко континентальный с продолжительной зимой (6-7 мес.) и коротким жарким летом, большими годовыми и суточными колебаниями температур. Среднегодовая температура $-7,6^{\circ}$ с годовым колебанием от -56 до $+34^{\circ}$ С. Безморозный период длится 65-70 дней. Среднегодовое количество осадков 277-280 мм в год. Около 70% годовой суммы приходится на весенне-летний период.

Снежный покров устанавливается в конце сентября – начале октября и сходит в мае. Начало ледостава – в первой половине октября. Толщина льда зимой достигает 1,0–1,4 м (в среднем около 1,0 м), однако некоторые перекаты не замерзают.

1.1.4. Растительность

Растительность района довольно однообразна (подзона лиственничной тайги средней густоты с мохово – лишайниковым покровом и густым подлеском) и представлена главным образом даурской лиственницей, реже сосной, березой, осиной, по поймам рек и ручьев – елью. Подлесок представлен тальником, багульником, карликовой березой, которая покрывает как днища и склоны долин водотоков, так и плоские водораздельные пространства. Заготовка деловой древесины возможна выборочно, в основном по долинам крупных водотоков.

1.1.5. Экономическая характеристика района работ

Ближайшие населенные пункты к площади проектируемых работ – поселки Чернышевский, Светлый, Алмазный и город Мирный, где

базируются все подразделения Ботуобинской геологоразведочной экспедиции.

Город Мирный – административный и хозяйственный центр с населением около 30 тыс. человек. Основная часть населения работает в алмазодобывающей промышленности. Единственным сельскохозяйственным предприятием является совхоз «Новый», частично удовлетворяющий спрос населения в продуктах.

Снабжение сельскохозяйственными и промышленными товарами производится, в основном, через АО «МирОРС» и коммерческие структуры водным, авиа - и автотранспортом.

Снабжение электроэнергией г. Мирного и поселков осуществляется за счет действующей в пос. Чернышевский Вилуйской ГЭС. В настоящее время в пос. Светлый запущен первый агрегат III очереди Вилуйской ГЭС.

Все строительные материалы, за исключением деловой древесины, завозятся водным транспортом по р. Лене до г. Ленска, который расположен в 231 км южнее города Мирного и связан с ним автодорогой III класса. В зимнее время с конца ноября по 10-15 апреля действует автозимник Усть-Кут – Мирный.

1.1.6. Пути сообщения

Аэропорт в г. Мирном принимает самолеты АН-24, ЯК-40, ТУ-154 и связан воздушными линиями с аэропортами городов: Москва, Новосибирск, Иркутск, Красноярск, Якутск, Ленск, Полярный и др.

Доставка грузов и персонала партий на участки работ, в зависимости от удаленности участка, вида работ, количества сменного персонала и сезона работ, будет осуществляться автотранспортом, также с применением вертолетов Ми 8.

Расстояние от баз партий (г. Мирный) до участков работ по временным и круглогодичным дорогам: Отулахский и Медвежий – 65 км; до участка Джункунский – 105 км; до участка Приразломный – 40 км; до участков Кюелляхский и Чуоналырский – 50 км; до участка Глубокий – 10 км.

Средневзвешенное расстояние от баз партий (г. Мирный) до участков с проведением буровых работ – 75 км (в т.ч. – 58 км по бездорожью).

1.1.7. Гидросеть

Главными водными артериями на площади работ являются р. Виллой с её правыми притоками: р. Оччугуй Ботубуйа (основные притоки Ирелях, Кюеллях, Чуоналыр, Улахан-Оленг и другие), р. Улахан Ботубуйа (Арбангда-Сиене, Курунг-Дьункун, Хотугу-Дьункун, Хаялах, Улахан-Чайдах, Улахан-Захар). Питание рек осуществляется за счёт таяния снега и частично за счёт таяния деятельного слоя многолетнемерзлых пород. Реки вскрываются в конце мая. Судоходство невозможно из-за мелководности. Проходимость площади участков работ плохая. Для плоских заболоченных водораздельных пространств и выположенных долин водотоков характерно наличие многочисленных озер, моховых марей.

1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

1.2.1. Геологическая изученность

Планомерные геологические исследования в Западной Якутии, ведущиеся производственными и научно-исследовательскими организациями с целью обнаружения месторождений алмазов, начались в 1949 году, после выявления Фанштейном Г.Х. россыпной алмазоносности в среднем течении р. Виллой (коса Соколиная).

В период с 1949 по 1956 годы Амакинская экспедиция ПГО "Якутскгеология" проводила поиски россыпей алмазов по р. Виллой и её притокам методом валового опробования аллювиальных, главным образом, русловых отложений. В результате проведенных работ была установлена алмазоносность руслового аллювия верхнего течения р. Виллой (до р. Средний Виллойчан). В 1954 году проведенными поисковыми работами 128 партией Амакинской экспедиции установлена алмазоносность рек Оччугуй Ботубуйа и Ирелях, а в 1955 году открыта кимберлитовая трубка Мир и россыпь алмазов – Водораздельные галечники.

Начиная с 1955 года партиями (200, 128, 223) Амакинской, а с 1959 года подразделениями Ботубинской экспедициями проводились геолого-съемочные работы масштаба 1:50 000 и поисковые работы на алмазы различной степени детальности, в результате которых в пределах Амакинского выступа открыты кимберлитовые трубки Амакинская (1958 г.), Таежная (1959 г.), им. «XXIII съезда КПСС» (1966 г.), кимберлитовое тело Ан-21 (1968 г.), трубки Интернациональная (1969 г.) и Дачная (1972 г.), а также алмазоносная россыпь Новинка.

Начиная с 1956 года, на площади проектируемых работ проводились многочисленные поисковые работы на алмазы от общих поисков масштаба 1:100 000 до детальных поисковых работ, включая поисково-оценочные и разведочные работы на отдельных участках.

В результате проведения поисковых работ выявлены многочисленные разрозненные ореолы распространения минералов-спутников алмаза, открыты разновозрастные залежи алмазов Восточная и Солур. Конкретным результатом поисковых работ последних лет явилось выявление кимберлитового тела «Жила Южная».

Независимо от масштаба работ единственным искомым объектом поисков проведенных прогнозно-поисковых работ являлось только кимберлитовое тело. Такие объекты поиска: зона динамического влияния рудоконтролирующих разломов, кимберлитовое поле практически соответствующим образом не изучались, что предопределяло, в конечном счете, фрагментарность исходных геолого-геофизических данных для структурных, палеоструктурных построений, так необходимых при прогнозировании коренных месторождений алмазов. Основное внимание было уделено верхней перекрывающей части разреза – разновозрастным промежуточным коллекторам и наличию в них минералов-спутников. При прогнозировании поисковых площадей недоучет информативных данных строения нижнепалеозойской кимберлитовмещающей толщи приводило чаще к безрезультативным итогам многих поисковых проектов.

По Мало-Ботуобинскому району были проведены многочисленные научные и тематические исследования, оказавшие существенное влияние на выбор площадей проектируемых работ и рациональной методики их проведения.

На проектируемые площади имеется необходимая топооснова масштабов 1:200 000 - 1: 25 000 (в том в электронном варианте), аэрофотоснимки и фотосхемы соответствующих масштабов.

1.2.2. Геофизическая изученность

Первые геофизические работы с целью поисков кимберлитовых тел в Малоботуо-бинском алмазоносном районе проводились с середины 50-х годов, и к настоящему времени практически все его перспективные площади опоискованы широким комплексом геофизических методов. Вся территория Малоботуобинского алмазоносного района покрыта съёмкой масштаба 1:25000, на локальных перспективных участках съёмкой масштаба 1:5000, здесь были проведены наземные магнитные съёмки масштабов 1:10000 - 1:5000 и, частично, 1:2000. Также, в больших объёмах проведены гравиразведка, сейсморазведка, в различных модификациях электроразведка. Структурно-тектоническое строение района уточнено современными съёмками. Геофизическая изученность района, эффективность и результативность отдельных методов подробно рассмотрены в ряде отчётов экспедиции. Тематической партией созданы базы данных по изученности района работ. На схеме изученности вынесены контура участков, отработанных современной аппаратурой. Ниже изложена краткая информация о тех геофизических работах, которые были направлены на поиски кимберлитовых трубок непосредственно на проектных площадях.

Участок Джункунский. Центральная и северная часть площади работ участка Джункунский (рис. 2), полностью отработаны современной аэромагнитной съёмкой с непрерывной регистрацией магнитного поля масштаба 1:10000 по объекту Аэросъёмочный с проложением полетных маршрутов при помощи средств спутниковой навигации. В результате этих

работ были выделены аэромагнитные аномалии весьма слабой интенсивности. Южная часть участка будет окончательно закрыта АМС-10 по завершении объекта Аэросъемочный.

С целью изучения тектонического строения, определения мощности юрских отложений и траппов в районе проводились гравиметрические исследования. Вся территория была закрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:200000 в конце 60-х годов. Более поздние гравиразведочные работы масштаба 1:50000 были проведены с 1980 по 1987 годы по восточной части участка Джункунский. Результаты работ показали, что гравитационное поле несет обширную информацию о тектонике района, в нем отражаются практически все основные разломы.

Сейсморазведочные работы здесь были проведены с целью изучения структурно-тектонического строения площадей при нефтегазопоисковых исследованиях. По результатам работ построены структурные карты по отражающим горизонтам К2М, А, КВ. В толще отложений нижнего палеозоя прослежены в разрезе и по простиранию тектонические нарушения различного направления, не отмеченные ранее проведёнными аэромагнитной и гравиметрической съёмками.

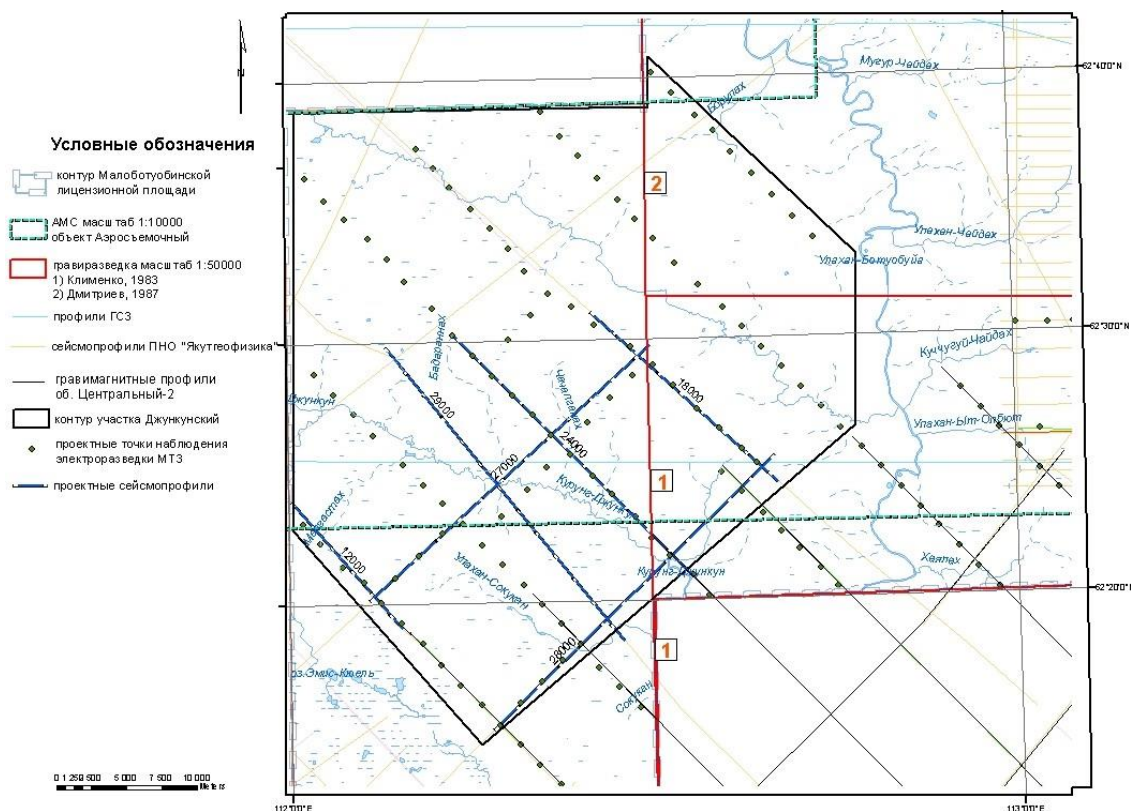


Рисунок 2 – Схема геофизической изученности участка Джункунский

Начиная с 1974 года наиболее перспективные площади, ранее заснятые в масштабе 1:10000 - 1:5000 приборами с оптико-механической системой, перекрываются съемками масштаба 1:5000 с более чувствительными протонными магнитометрами G-816 и ММП-203, а также съёмками со смещением сети относительно ранее отработанных профилей (доведение до м-ба 1:2000) с целью поисков слабомагнитных (типа тр. Интернациональная) и небольших по размеру (типа тр. Дачная) кимберлитовых тел. Наиболее перспективные площади исследуются магнитной съемкой м-ба 1:2000. Все выявленные перспективные на поиски кимберлитовых тел аномалии заверены бурением скважин или горными выработками. Наземные магниторазведочные работы на территории участков Кюелляхский и Чуоналырский выполнялись протонными магнитометрами. Эти приборы по сравнению с современными магнитометрами, точность измерения которых на порядок выше с непрерывной записью показаний магнитного поля, не могли фиксировать значения ΔT малой интенсивности. Это доказывает важность проведения как

ревизионных работ, так и повторного опoискования наиболее перспективных участков при совершенствовании методики и технического уровня геофизических работ.

Участок Медвежий. С целью изучения тектонического строения, определения мощности юрских отложений и траппов, территория этого участка была закрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:50000 в конце 60-х годов. Также вся территория была закрыта аэромагнитной съемкой 1:10000 в 1972-1973 годы (рис. 3).

В 80-е годы на площади участка Медвежий широко проводятся наземные магниторазведочные работы. В результате работ были выделены локальные аномалии магнитного поля, уточнены границы траппов. При геологической заверке выявленных аномалий выяснилось, что природа этих аномалий была вызвана локальным скоплением магнитных материалов. Аномалии малой интенсивности на тот момент уверенно выделить было невозможно.

Сейсморазведочные работы здесь были проведены с целью изучения структурно-тектонического строения площадей при нефтегазопoисковых исследованиях.

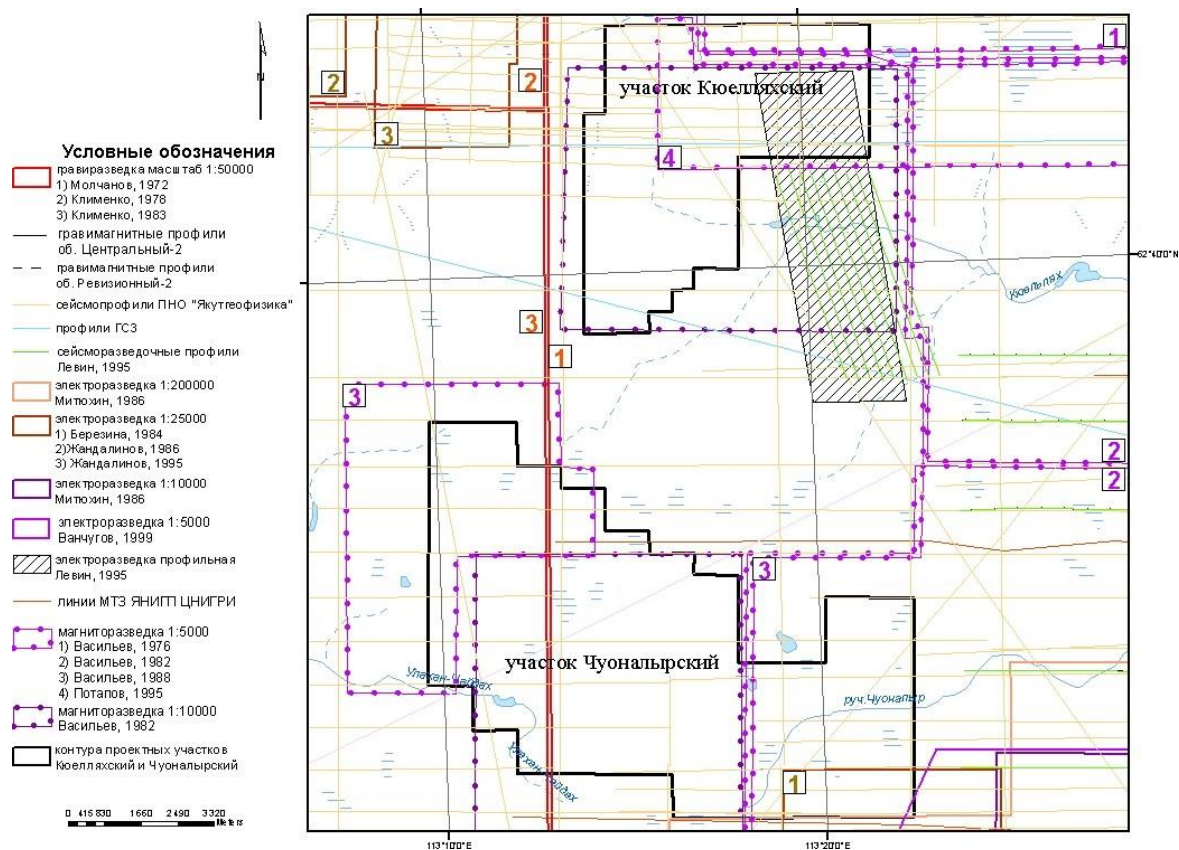


Рисунок 3 – Схема геофизической изученности участков Кюелляхский и Чуоналырский

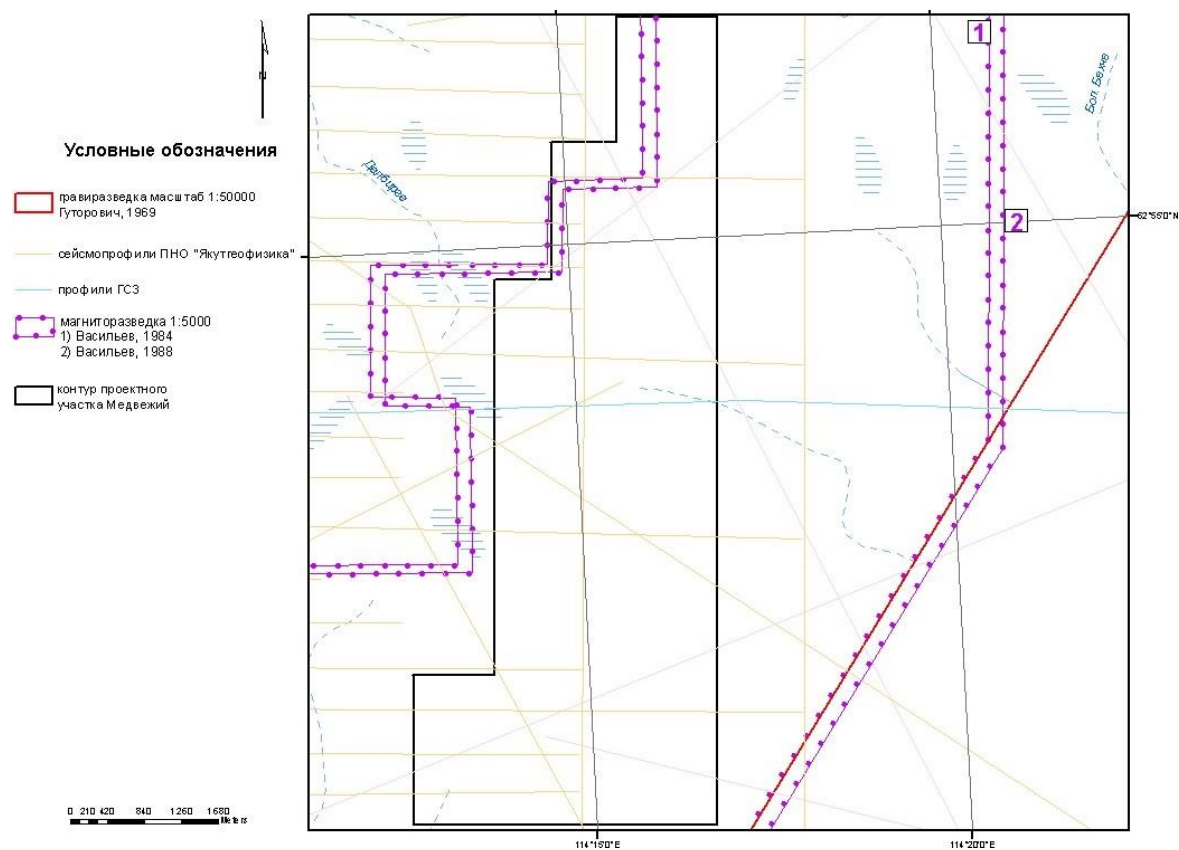


Рисунок 4 – Схема геофизической изученности участка Медвежий

1.2.3. Геохимическая изученность

Непосредственно на площади, охватывающей проектные участки, геохимические исследования проводились в разные годы при ведении геолого-поисковых работ. Масштаб и стадийность работ на каждом из объектов определялся параметрами поисковой сети. Пробы отбирались из продуктивных пород базальных горизонтов верхнего палеозоя и мезозоя, карбонатной коры выветривания, неизмененных терригенно-карбонатных пород кимберлитовмещающего нижнепалеозойского цоколя, магматических образований, кимберлитов. Все лабораторные работы проводились на основе полуколичественного спектрального анализа, который, как показала многолетняя практика геохимических работ, ориентированных на поиски кимберлитовых проявлений, не отвечает уровню необходимой точности и допустимой лабораторной погрешности. Кроме того, обработка и интерпретация полученных результатов велась без достаточного организационно-методического обеспечения, на основе не вполне корректных представлений о строении, структуре, морфологии, размерах и других особенностях ореолов, обусловленных кимберлитами. В этой связи, весь накопленный материал и результаты геохимических исследований прошлых лет многими специалистами считаются устаревшими, некондиционными и требуют по возможности принципиального пересмотра. Главным положительным результатом этих исследований является определение геохимической специализации разновозрастных отложений, развитых в районе и установление основных индикаторных элементов кимберлитового магматизма.

В рамках объектов Ревизионный-2, Центральный-2, Центральный-3 геохимические исследования проводились на основе более прогрессивного рентгено-флуоресцентного анализа (РФА) с использованием прибора S4 explorer «BRUKER» (Германия), что в значительной степени повысило их представительность. Работы проводились на поисковых участках Кумахтахский, Буордахский, Западно-Чуоналырский, Еленгский, Юряге,

Джункун-Хампинский, Чоппо-Биетахский, Иреляхский-1, Хаялаах-Чайдахский, Верхне-Иреляхский, Улахан-Еленгский и других. В результате исследований были выявлены аномалии кимберлитиндикаторных ассоциаций и локализованы перспективные участки. Детальное описание выделенных участков и рекомендации по их дальнейшему изучению приведены в соответствующих отчётах. В настоящее время силами Тематической партии (объект Алмазопроисловый мониторинг) проводится постоянный контроль и методическое сопровождение по всем действующим объектам ГРР БГРЭ.

1.2.4. Гидрогеологическая изученность

Проектные участки относятся к площади, на которой в 1965-1967 годы Якутской экспедицией МГЦ под руководством Н.Н. Романовского выполнена мерзлотно-гидрогеологическая съёмка масштаба 1:5 000 000 (1967 г.), в результате которой изучены особенности распространения и формирования надмерзлотных и подмерзлотных вод и установлена зависимость их химического состава от литологии водовмещающих пород.

В 1979-1982 годы в районе проведена комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съёмка масштаба 1:200 000, в результате которой установлены закономерности формирования мерзлотных условий района, проведены исследования прочностных свойств многолетнемерзлотных пород, изучены особенности химического и газового состава подземных вод.

1.2.5. Экологическая изученность

Мирнинский промышленный район Республики Саха (Якутия) является одним из наиболее подвергнутых активному и длительному техногенному воздействию. Здесь с 50 годов XX столетия интенсивно развиваются геолого-поисковые, разведочные и горно-эксплуатационные работы, формируются горно-обогатительные комбинаты и сопутствующая инфраструктура для обеспечения деятельности алмазодобывающего комплекса.

Наибольшая концентрация тяжелых металлов в пойменных почвах выявлена по профилям рек Ирелях-Оччугуй Ботубуйа, т. е. в зоне деятельности объектов Мирнинского ГОК. Высокая концентрация Мп, Рb, Си, Zn, Со, Ni, Сг отмечена в пойменных почвах р. Ирелях вблизи плотин хвостохранилищ фабрик №3 и №5.

Во всех пробах воды и илистых фракций со дна р. Малая Ботубуя, Виллюй выявлены соединения Cr, Ni. Со, Zn, Си, Sc, V. Более поздние работы выявили резко повышенное содержание Be, а также Ва и Sr в водах Виллюя (превышение ПДК соответственно в 12 и 7 раз). Отмечено также высокое содержание фенолов. Опробованием установлено появление в почвенном покрове поймы р. Виллюй химических элементов, ранее не свойственных этим почвам. В озерной воде, используемой в хозяйственно-питьевых целях, превышены нормативы по органолептическим показателям вредности, в т.ч. по взвешенным веществам в 19-21 и по цветности в 2-3 раза.

Серьёзным фактором влияния промышленных предприятий на окружающую среду является технологическое оборудование и автотранспорт. Работы, проведённые в 2009-2010 г. г. по установлению границ санитарно-защитных зон отдельных предприятий и промышленных площадок, не выявили превышения предельно допустимых концентраций и предельно допустимого уровня их негативного воздействия на атмосферный воздух.

1.2.6. Топографо-геодезическая изученность

На всю площадь работ имеются топокарты м-ба 1:50000 и мельче, частично на данную территорию имеются топокарты м-ба 1:25000 в системе координат 1942 г., в Балтийской системе высот 1977 года, изданные в разные годы предприятиями ГУГКа.

Площадь работ покрыта сетью пунктов триангуляции 2-3 классов и сетью грунтовых реперов с отметками геометрического нивелирования 3-4 классов. В предшествующий период на части проектируемой площади проводились топографо-геодезические работы по выносу в натуру и привязке геологических выработок, по созданию топогеодезического обоснования для

магнитной и гравиметрической съемок. Топографо-геодезические работы проводились по объектам: «Центральный», «Ревизионный-2», «Центральный-2», «Центральный-3».

1.3. Геологическая, геофизическая, геохимическая и гидрогеологическая характеристика площади работ

1.3.1. Геологическая характеристика

Геологическое строение района определяется его положением в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы в зоне сочленения наложенных на неё Тунгусской синеклизы и Ангара-Вилуйского мезозойского прогиба. В общей платформенной структуре антеклизы выделяются архейский кристаллический фундамент и осадочный чехол. Осадочный чехол расчленяется на три структурных комплекса: венд-нижнепалеозойский, верхнепалеозой-нижнемезозойский и мезозойский. Отложения нижнего комплекса вмещают коренные кимберлитовые тела, а среднего и верхнего содержат продукты их размыва – алмазы и их парагенетические спутники.

1.3.1.1. Стратиграфия

При расчленении осадочных пород на стратиграфические подразделения использована опорная легенда Ботуобинской серии листов Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50 000, рассмотренная и утверждённая НТС и редколлегией ЯПГО 12 января 1989 г. и согласованная с НРС Мингео СССР 14 февраля 1989 г.

Ниже приводится краткое описание стратиграфических подразделений.

Палеозойская эратема

Кембрийская система

Средний отдел

Мирнинская свита (E_2mr) сложена красноцветными и пестроокрашенными карбонатно-терригенными породами и условно подразделяется на 2 пачки: нижнюю и верхнюю.

Верхний отдел

Холомолохская свита (C_3hl) стратиграфически согласно залегает на подстилающих породах среднего кембрия, развита повсеместно. Перекрывается с размывом образованиями верхнепалеозойского и нижнемезозойского комплексов.

Доверхнепалеозойская кора выветривания на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя

Кора выветривания на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя, сформировавшаяся в верхнем девоне - нижнем карбоне, от позднепалеозойского размыва к современному периоду сохранилась лишь фрагментарно. В профиле коры выветривания выделяются (снизу вверх) две зоны: зона дезинтеграции и зона выщелачивания [Зинчук, 1983]. На опоискованных по данному проекту участках породы зоны выщелачивания полностью размыты и сохранились лишь образования зоны дезинтеграции. Мощность коры выветривания 1-6 м.

Каменноугольная система

Средний отдел

Лапчанская свита (C_2lp). Отложения лапчанской свиты в Малоботубинском алмазоносном районе развиты в основном в его северо-западной, северной части.

Средний - верхний отделы

Ботубинская свита ($C_{2-3}bt$) со стратиграфическим несогласием залегает на породах нижнего палеозоя (холомолохская свита) и с размывом, реже с постепенным переходом на породах лапчанской свиты. Обычно отложения свиты сложены песчаниками, алевролитами, углистыми алевролитами с подчиненным значением линз и прослоев галечников, конгломератов, углей, стяжений сидеритов. В основании разрезов

преимущественно залегают пески, песчаники кварцевые, олигомиктовые, редко полимиктовые, гранулометрический состав которых изменяется от грубозернистых до алевритистых. Часто в них отмечаются галька и рассеянный гравий.

Пермская система

Нижний отдел

Ахтарандинская свита (P₁ah) распространена, в основном, на междуречье Вилюй-Моркока и весьма ограничено на правобережье р. Вилюй. Залегает с размывом и стратиграфическим несогласием на породах нижнего палеозоя (холомолохская свита) или согласно на породах ботуобинской свиты. Перекрываются образования свиты повсеместно отложениями боруллойской свиты. Разрез свиты, представлен песчаниками, алевролитами и аргиллитами с редкими линзами и прослоями галечников, конгломератов, углей. В основании разрезов преимущественно залегают пески, песчаники кварцевые, олигомиктовые, редко полимиктовые, от грубо-, до тонкозернистых, часто с галькой и гравием.

Верхний отдел

Боруллойская свита (P₂br). Отложения боруллойской свиты пользуются широким площадным развитием. Они стратиграфически несогласно залегают на нижнепалеозойском основании, а в пониженных частях рельефа – на осадках ботуобинской и лапчанской свит со слабым местным размывом.

Мезозойская эратема

Триасовая система

Нижний отдел

Чичиканская свита (T₁čč) имеет ограниченное распространение в пределах территории. Сохранившиеся от размыва отложения вскрыты в

тектонических блоках и между sillами долеритов и состоят в основном из разнообломочных туфов основного состава, подчиненное значение имеют линзы туфогенно-осадочных пород: туффиты, туфопесчаники, туфоалевролиты, туфоаргиллиты. Общая мощность отложений свиты, определена в 0–160 м.

Триасовая – юрская система

Бойдомонская свита ($T_3 - J_{1bd}$). Отложения свиты, распространены фрагментарно в южной части территории и выполняют локальные депрессии. Залегают со стратиграфическим перерывом на породах холомолохской свиты и представлены зеленовато-серыми, серовато-зелеными алевролитами, глинистыми алевролитами с редкими тонкими прослоями песков мелкозернистых и с немногочисленными обломками доломитов, мергелей. Мощность свиты 0–50.0 м. Установлено отсутствие МСА.

Юрская система

Нижний отдел

Юлегирская свита (J_{1jul}). Отложения юлегирской свиты распространены в пределах Центрально-Ботуобинской структурно-формационной подзоны и залегают на эродированной поверхности нижнепалеозойских пород, выполняют локальные депрессии северо-западного склона Ангаро-Вилуйского прогиба, перекрываются оруктахской свитой, представлены смешанным типом отложений делювиального, пролювиально-аллювиального и озерно-болотного генезиса. В составе отложений значительная роль принадлежит продуктам дезинтеграции местных пород и переотложенных кор выветривания. Отложения юлегирской свиты, сложены алевритами, глинами, углистыми глинами с включениями гальки, гравия, щебня и с прослоями песков, бурых углей. Мощность свиты 0–50 м.

Укугутская свита (J_{1uk}). Отложения укугутской свиты распространены в пределах Укугут-Мурбайской структурно-формационной подзоны и залегают со стратиграфическим несогласием на глубоко эродированной поверхности нижнепалеозойских пород, с размывом на образования бойдомонской свиты и перекрываются оруктахской свитой. Аллювиальные отложения свиты представлены песчаниками серыми мелкозернистыми, галечниками, конгломератами, валунно-галечными отложениями, алевролитами, углистыми алевролитами с включениями гальки, гравия, щебня, с прослоями песков и бурых углей. Мощность свиты 0-80 м.

Оруктахская свита (J_{1or}). Отложения оруктахской свиты залегают согласно или с внутрiformационным размывом на породах юлегирской свиты и трансгрессивно с размывом на породах нижнего – верхнего палеозоя, на траппах нижнего триаса.

Вакунайкинская свита (J_{1vk}). Отложения свиты с размывом залегают на всех более древних осадочных и интрузивных образованиях и характеризуются сравнительно однообразным литологическим составом. По литологическому составу свита разделяется на две подсвиты.

Четвертичная система

Современные отложения

Современные отложения (Q_{IV}) представлены пойменным и русловым аллювием, озерно-болотными и озерно-аллювиальными образованиями.

Пойменный аллювий развит фрагментарно на расширенных участках долин рек. Нижняя часть разрезов сложена галечно-гравийно-песчаными отложениями, а верхняя – песками, илистыми песками, супесями, суглинками, илами.

1.3.1.2. Магматизм

В пределах площади объекта Джункун-Отулахский, широко распространенные разновозрастные магматические образования интрузивной

и экструзивной фаций, сформировались в течение среднепалеозойского и позднепалеозойского – нижнемезозойского тектоно-магматических циклов.

Среднепалеозойские интрузивные образования. Изверженные породы среднепалеозойского возраста относятся к вилуйско-мархинскому комплексу долеритов и габбро-долеритов ($v\beta$ D2-3vm) и к мирнинскому комплексу кимберлитов (iD2-3mr).

Вилуйско-мархинский комплекс представлен на площади интрузивной (дайки, силлы, хонолиты) и экструзивной (трубки взрыва, трещинные тела) фациями. Породы трапповой формации распространены в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы и, частично, на северо-западном борту Ыгыаттинской впадины в полосе шириной 120 км по обрамлению среднепалеозойского Патомско-Вилуйского авлакогена с широким развитием стратифицированных многоярусных покровов базальтов верхнедевонского возраста.

Трубочные тела в магнитном поле выражены в виде локальных аномалий овальной, округлой и вытянутой формы, диаметр которых изменяется от 100-200 м до 1000 м и более. Истинные размеры большинства трапповых трубок взрыва не известны, так как заверка аномалий обычно производилась одной скважиной. Максимальные размеры по геологическим данным имеют трубки Коллективная (1500×400 м) и Маар-Сиене (1000×380 м). Большинство трубок сложено агломератовыми туфами, туфобрекчиями и кластолавами траппового состава, содержащими от 40-50 до 70-80% обломков траппов и осадочных пород, сцементированных кальцитовым и хлорит-кальцитовым агрегатом. Отдельные тела полностью выполнены конгломератовидными кластолавами, состоящими из шарообразных и эллипсоидальных лапиллиев, гиалобазальтов, трахибазальтов и диабазов со сфероидальной текстурой и скорлуповатой отдельностью.

Среднепалеозойский возраст интрузивных и экструзивных образований Вилуйско-Мархинского комплекса определяется по данным определений абсолютного возраста (317-378 млн. лет) и прямым

геологическим наблюдениям. Дайки прорывают породы нижнего палеозоя и, в свою очередь, прорываются кимберлитами. Трапповые трубки взрыва прорывали породы нижнего силура. Следы вулканической деятельности среднепалеозойского тектоно-магматического цикла запечатлены в стратифицированных отложениях харьяюрхской (D_{2hr}), эмяксинской (D_{3em}) и онкучахской (D_{3on}) свит в виде покровов базальтов и пепловых туфов.

Средне-верхнедевонский возраст кимберлитов мирнинского комплекса принимается на основе геологических данных и результатов определений абсолютного возраста по соотношению изотопов свинца и урана в цирконах: тр. Амакинская – Северная - 449,8 млн. лет, тр. Таёжная – 402,8 млн. лет, тр. Мир – 361,5 млн. лет, тр. Интернациональная – 360,5 млн. лет (Месторождения алмазов СССР, 1984). По радиологическим датировкам нижний возрастной предел для трубок Амакинская и Таёжная определённо занижен, так как кимберлитовые тела (в том числе и тр. Таёжная) прорывают девонские силлы и дайки Вилуйско-Мархинского комплекса и содержат ксенолиты с фауной нижнего силура. Верхний возрастной предел по этим определениям отвечает верхнему девону, что согласуется с находками пиропов алмазной ассоциации в позднефаменских отложениях эмяксинской и онкучахской свит в бассейне рр. Вилуй и Вилуйчан, свидетельствующим о доэмяксинском возрасте всех или части алмазоносных кимберлитов Мирнинского поля, так как других коренных источников здесь пока неизвестно.

Раннетриасовый возраст долеритов принят на основании того, что они прорывают породы верхнего палеозоя и перекрываются нижнеюрскими осадками. Возраст траппов бассейна среднего течения р. Вилуй (по калий-аргоновому методу) равен 200-300 млн. лет.

В ряде случаев все перечисленные интрузивные породы основного состава, в особенности траппы, выходящие на дневную поверхность в зонах разломов и пониженных частях рельефа, имеют маломощные (до 5 м) зоны выщелачивания, дезинтеграции и гидратации (коры выветривания).

1.3.1.3. Структурно-тектоническая позиция района

Структурно-тектонические особенности строения фундамента и осадочного чехла в пределах Мало-Ботуобинского района подробно изложены в различных монографиях, статьях и отчетах. Наиболее полное представление о структурах поверхности кристаллического фундамента дают результаты интерпретации материалов ГСЗ, МОВ-ОГТ, нефтеразведочные скважины, в сочетании с результатами обработки данных гравимагнитных полей. Данные интерпретации гравимагнитных полей позволяют картировать архейские блоки фундамента с аномальными неоднородностями. Характеристика структур осадочного чехла дается, в основном, по результатам обработки материалов сейсморазведки МОВ-ОГТ, разномасштабных гравимагнитных съемок и скважинной геофизики. Ниже приводятся основные структурные элементы фундамента и чехла в пределах площади исследования.

В структуре фундамента площади района отвечает Ботуобинская область раннеархейской кратонизации, характеризующееся в целом пониженными значениями поля ΔG , что свойственно для древней стабильной области. По данным повышенных значений горизонтального градиента поля ΔG , отождествляемых с разломами корово-мантийного генезиса, на кристаллическом фундаменте выделяются кольцевые и радиальные разрывные нарушения. Мощность кристаллической коры Ботуобинского кратонного блока фундамента по сейсмическим данным составляет 41-42 км, увеличиваясь по краю блока до 44 км. Глубина залегания кровли фундамента в пределах блока на лицензионной площади варьирует от 1,7 км до 2,5 км. Мирнинское кимберлитовое поле расположено в пределах Мирнинского выступа кристаллического фундамента, на сопряжении Витимо-Жиганского рифта (Вилуйско-Мархинской зоны разломов) меридионального направления и рифтогенных грабенов Патомско-Вилуйского авлакогена юго-западного направления.

Непско-Ботуобинская антеклиза представлена своей окраинной северо-восточной частью, граница которой с Сюгджерской седловиной располагается

непосредственно севернее рассматриваемой территории. Нижнепалеозойское основание антеклизы протяжённостью 180 км и шириной 80-150 км занимает всю площадь Малоботуобинского района, выделяемого в качестве рудного алмазоносного объекта.

Западная и северо-западная границы Вилюйской синеклизы на данной площади на правобережье р. Оччугуй Ботуобуйа и левобережье р. Вилюй совпадают с границей среднепалеозойской Ыгыаттинской впадины. Это совпадение, по-видимому, не случайное, так как Вилюйская синеклиза, выполненная мощной толщей верхнепалеозойских и мезозойских отложений, унаследовала среднепалеозойский структурный план Патомско-Вилюйского авлакогена без полной инверсии последнего на рубеже среднего и верхнего палеозоя.

Зоны северо-западных малоамплитудных разрывных нарушений в силу весьма неравномерной поисково-картировочной сети скважин остаются слабоизученными. В пределах Мирнинского поля они являются рудовмещающими для всех девяти известных кимберлитовых тел. Цепочное расположение последних в нарушениях северо-западных румбов выражено в диспозиции трубок Мир и Спутник в пределах Иреляхского куста и трубок Интернациональная и Амакинская в составе Маччобинского куста кимберлитовых тел. В бассейне р. Улахан Ботуобуйа к разлому северо-западного плана приурочена наиболее крупная среднепалеозойская базитовая трубка Маар-Сиене.

1.3.1.4. Полезные ископаемые

Сведения о полезных ископаемых Мало-Ботуобинского алмазоносного района приведены в многочисленных отчётах. Основным полезным ископаемым района являются алмазы.

Коренные месторождения и проявления алмазов выявлены в центральной части Мало-Ботуобинского района. Это кимберлитовые трубки Мир, Спутник, Дачная, Интернациональная, XXIII съезда КПСС, Амакинская, Таёжная, жилы Ан-21, Южная. Россыпные месторождения - Водораздельные

галечники, Новинка, Дачный I и II, Глубокий, Горный, долина р. Ирелях, погребенные россыпи Восточная и Солур.

В центральной части района, в пределах Иреляхской и Маччобинской структур, нефтеразведочными скважинами (№ 711, 713, 714 и др.) объединением «Ленанефтегазгеология» выявлены промышленные притоки нефти и газа. В настоящее время нефтегазовые месторождения используются для нужд народного хозяйства г. Мирного и улуса. В пос. Тас-Юрях построен завод по переработке нефти (Тас – Юряхское месторождение).

В процессе проведения специализированных работ, в непосредственной близости от г. Мирного, открыты и разведаны многочисленные месторождения строительных материалов: Диабазовое – щебень долеритов для отсыпки дорог; Лапчан, Диабазовое 2 – щебень долеритов в качестве заполнителя высокопрочных бетонов; Староаэродромное, Юлегирское – глины кирпичные и керамзитовые; Усть-Хататское, Песчаное – гравийно-галечные смеси для заполнения бетонов.

В районе города скважинами колонкового бурения на глубине 500 м вскрыты пласты поваренной соли мощностью до 20 м. Соли приурочены к отложениям чарской свиты. Запасы солей практически неограничены. Также в окрестностях г. Мирного известны многочисленные проявления бурого угля, связанные с верхнепалеозойскими отложениями, при этом в большинстве случаев они перекрыты пластовыми интрузиями долеритов и нижнеюрскими отложениями. Мощность прослоев угля колеблется от 0,5 м и редко достигает нескольких метров. Пласты углей характеризуются высокой зольностью, невыдержанностью мощностей, часто выклиниваются по простиранию и промышленного интереса не представляют. В районе озера Лапчан в 30 км от города разведано и сдано в эксплуатацию месторождение торфа и сапропеля, которое используется жителями г. Мирного как удобрение на приусадебных участках.

1.3.2. Геофизическая характеристика

В основе геофизической характеристики района лежат материалы по аэромагнитным и гравиметрическим съемкам, электроразведочным работам и данным геофизических исследований скважин, проведенных за многие годы разными исследователями. Данные о физических свойствах горных пород получены в результате многочисленных определений по специально отобраным образцам из горных выработок и обнажений.

Характер регионального магнитного поля Мало-Ботуобинского района объясняют магнитные свойства горных пород кристаллического фундамента, представляющие собой чередование линейно-полосовых положительных и отрицательных аномалий общего северо-западного направления. По уровню значений поля силы тяжести площадь работ отмечается плавным понижением значений в южном направлении. Основная территория Мало-Ботуобинского района попадает в Ботуобинский кратонный блок фундамента, северо-восточная приурочена к предполагаемой межблоковой шовной зоне.

Мирнинское кимберлитовое поле характеризуется гравимагнитным минимумом размерами в пределах фундамента 20х30 км. Гравиметрический минимум имеет кольцевую структуру с эпицентром пониженных значений в виде 4 аномалий разной интенсивности, которые обусловлены местоположением разуплотненных пород на разных гипсометрических уровнях, спроектированных на дневную поверхность. Эпицентру глубинной аномалии соответствуют более низкие значения поля ΔG .

В районе выделяются пять глубинных зон разрывных нарушений, создавшие тектоническую раму площади исследований, это Ахтарандинская, Анабаро-Мирнинская, Джункун-Хампинская, Аппаино-Укугутская и Вилуйско-Мархинская.

По данным аэромагнитных съемок на западе Малоботуобинского района хорошо прослеживается Ахтарандинская зона разрывных нарушений северо-западного простирания, большой протяженности. Она характеризуется повышенным градиентом поля ΔT_a и ΔG . На широте Мирнинского

кимберлитового поля Ахтарандинская зона разрывных нарушений меняет свое простирание на юго-западное.

Восточнее Ахтарандинской зоны разрывных нарушений по данным магнитного поля также прослеживается Анабаро-Мирнинская зона разрывных нарушений, северо-западного простирания, большой протяженности. В пределах зоны расположено Мирнинское кимберлитовое поле, где разрывные нарушения зоны являются, очевидно, рудовмещающими для кимберлитов, так как длинные оси всех трубок совпадают с простиранием разломов.

Джункун-Хампинская зона разрывных нарушений, северо-восточного простирания прослеживается по данным гравиметрических съемок. Она пересекает Ахтарандинскую и Анабаро-Мирнинскую зоны разрывных нарушений, ее протяженность около 180 км. Для зоны характерны пониженные значения поля ΔG . В пределах Джункун-Хампинской зоны эпизодически прослеживаются разрывные нарушения северо-западного простирания, ортогональные основному направлению. В магнитном поле Джункун-Хампинская зона характеризуется повышенными значениями, к зоне приурочены все выявленные кимберлитовые тела Мирнинского поля.

Физические свойства горных пород кристаллического фундамента приводятся по аналогии с кристаллическими породами Анабарского щита и по единичным образцам, отобранным из нефтеразведочных скважин. По аналогии с кристаллическими породами Анабарского щита, считается, что плотность пород фундамента района меняется от 2,76 до 3,14 г/см³, магнитная восприимчивость меняется в пределах 80-3000 $\times 10^{-5}$ ед.СИ (табл. 1).

Терригенно-карбонатные образования платформенного чехла практически не магнитны (до 10–15 $\times 10^{-5}$ ед.СИ). Повышенная намагниченность карбонатных отложений встречается весьма редко и обусловлена привнесением магнетита по зонам разломов или проработки траппов. Значения поляризуемости составляют 0,7–0,9%. Скорости продольных волн и плотности вмещающих пород в зависимости от их

литологического состава меняются в широких пределах и увеличиваются с глубиной: от 3500 до 7200 м/с и от 2,32 до 2,72 $\times 10^3$ кг/м³ соответственно.

Таблица 1 – Физические свойства горных пород

№№ п/п	Название серии пород	Плотность $\times 10^3$ кг/м ³	Магнитная восприимчивость $\times 10^{-5}$ СИ	Скорость продольных волн, м/с
1	Кристаллический фундамент	2,70-2,90	85-3000	6000-6200
2	Терригенно- карбонатные породы нижнего палеозоя	2,37-2,70	10 – 30	3500-7200
3	Осадочные породы верхнего палеозоя, мезозоя, кайнозоя	1,9 – 2,2	10 – 40	2200-3700
4	Траппы среднепалеозойские	2,86	600-4000	3800-6500
5	Траппы нижнетриасовые: а) положительно намагниченные б) отрицательно намагниченные	2,9 2,9	700-1500 800-2000	
6	Туфы основного состава: а) пепловые, туфопесчаники б) жерловой фации	2,0-2,2 2,3-2,4	10-20 100-3000	
7	Кимберлиты М- Ботубинского района	2,37	10-800	3300-4500

Перекрывающие терригенные образования осадочного чехла являются слабوماгнитными ($10-20 \times 10^{-5}$ ед.СИ) и в формировании регионального магнитного поля участия не принимают. Встречаются отдельные участки, обогащенные магнитными минералами и вследствие этого, обладающие магнитной восприимчивостью до 100×10^{-5} ед.СИ и более. Магнитное поле при этом носит сложный характер с амплитудой аномалий до десятков нТл и наличием отрицательных законтурных полей интенсивностью до 10 нТл. Средняя плотность этих отложений изменяется от 1,9 до 2,3 $\times 10^3$ кг/м³,

сопротивление изменяется от 100 до 600 Ом и зависит от глинистости этих пород. Скорости продольных волн составляют в среднем 2500 м/с. В самой верхней части разреза выделяется тонкий пласт в повышенной скоростью порядка 3700 м/с.

В целом, контрастные отличия в удельном электрическом сопротивлении разных комплексов пород позволяют картировать методами электроразведки (ЗСБЗ) отдельные реперные горизонты и комплексы пород в чехле платформы (табл. 2).

Таблица 2 – Удельное электрическое сопротивление вмещающих и перекрывающих пород Мало-Ботуобинского района

Породы	Удельное электрическое сопротивление, Ом*м		Примечание
	min-max	среднее	
<u>Четвертичные и современные отложения не расчлененные</u>	20-120		Зинчук и др, 2002 измерения на мерзлом керне
<u>Юрская система</u>			
песчаники	500-3000	750	
алевролиты и аргиллиты с прослоями углистого материала	100-350	200	
<u>Кембрийская система</u>	500-1500	1100	измерения на частоте 0.625 МГц
холомолохская свита			
<u>Долериты</u>			
полнокристаллические, неизменные	5000-13000	7000 2500	
слабоизмененные	1800-3000		
сильно измененные (до 70% объема породы)	150-800		

Изучение радиоактивности горных пород на площади работ как в естественном залегании, на основе гамма-каротажа, так и по результатам аэрогаммаспектрометрической съемки показывает, что радиоактивность пород зависит от гранулометрического состава и увеличивается при повышении концентрации глинисто-алевритистой составляющей. Среди пород одного литологического состава наибольшую радиоактивность, как

правило, имеют более древние по возрасту. Наименьшей радиоактивностью обладают долериты (Табл. 3), наибольшей - мергели и алевролиты. В целом район работ относится к площадям с низкой естественной радиоактивностью.

Однако, при проведении геофизических исследований в скважинах по объекту Ревизионный-2 были выявлены аномальные интервалы вмещающих терригенно-карбонатных пород с радиоактивными характеристиками, идентичными кимберлитовым.

Таблица 3 – Содержание радиоактивных элементов в горных породах

Наименование объекта	Кол-во измерений	Содержание тория (10 ⁻⁴ %) ср./мин./макс.	Содержание урана (10 ⁻⁴ %) ср./мин./макс.	Содержание калия (10 ⁻⁴ %) ср./мин./макс.
1	2	3	4	5
Кимберлитовые трубки:	38	9	1,8	0,61
“Мир”	18	7,3/4,2/11,2	1,4/0,9/1,6	0,52/0,23/0,85
“Интернациональная”	15	9,5/3,8/17,4	2,2/0,9/6,5	0,69/0,25/1,47
Туфовые трубки	8	2,0	1,1	1,38
1	2	3	4	5
Долериты	2131	1,9	0,2	0,5
Юрские рыхлые отложения	2024	4,2	0,6	1,0
Терригенные образования верхнего палеозоя	1111	3,5	0,4	0,8
Нижнепалеозойские терригенно-карбонатные отложения	750	4,0	0,5	1,1

Среднепалеозойские траппы в виде даек, выполняющих разломы и пластообразные тела, благодаря высокой плотности (2,85–2,96 х 10³ кг/м³) и магнитной восприимчивости (2000–4000 х 10⁻⁵ ед.СИ), фиксируются в гравимагнитных полях положительными аномалиями амплитудой до 1,5 мГл и порядка 100 нТл. Соответственно и скорости продольных волн для долеритов значительно выше, чем вмещающих пород и составляют порядка

6000-6500 м/с для плотных разновидностей, снижаясь до 3800 м/с в выветрелых апикальных частях, выходящих на погребенную поверхность карбонатного цоколя.

Сложный характер намагниченности нижнетриасовых трапповых образований обуславливает резко дифференцированный характер магнитного поля над ними, затрудняет выделение полезной аномалии от тел трубчатой и даечной формы. Остаточная намагниченность в траппах, как правило, превышает индуцированную намагниченность в 2–7 раз.

Траппы по материалам петрофизических исследований и результатам интерпретации импульсной индуктивной электроразведки на площади Западной Якутии имеют высокое электрическое сопротивление (103–105 Ом), что благоприятно для поиска индуктивными электроразведочными методами кимберлитовых тел, перекрытых трапповым покровом. В области контакта карбонатных пород с траппами образуется зона метасоматоза с низким электрическим сопротивлением (10–50 Ом) и мощностью 4–10 м. Это создает предпосылки для объемного картирования траппов, залегающих непосредственно на кембрийских карбонатных породах.

Плотности верхних выветрелых разностей кимберлита меньше плотности карбонатных пород нижнего палеозоя и с глубиной увеличиваются. Так плотность кимберлитов трубки Интернациональной изменяется от $2,19 \times 103 \text{ кг/м}^3$ на глубине 0–50 м до $2,43 \times 103 \text{ кг/м}^3$ в интервале 400–500 м, при среднем значении $2,32\text{--}2,37 \times 103 \text{ кг/м}^3$.

Кимберлиты, наряду с туфами и пиритизированными доломитами, обладают повышенными значениями коэффициента поляризуемости по сравнению с вмещающими отложениями (3–5% в кимберлитах против 1–3% в карбонатных породах), и могут в отдельных случаях создавать аномалии ВП.

Кимберлиты района отмечаются повышением естественной радиоактивности за счет увеличения концентраций тория по сравнению с вмещающими терригенно-карбонатными породами при относительно заниженном содержании калия. В некоторых случаях ореолы повышенных

содержаний тория развиваются вблизи трубчатых тел во вмещающей и перекрывающей толще.

Удельное электрическое сопротивление кимберлитов верхних частей трубок в основном меньше, чем вмещающих пород, хотя могут иметь место и обратные соотношения. Среднее значение удельного сопротивления 100–200 Ом·м.

Кимберлиты лишь незначительно (порядка 500 м/с) отличаются по скорости продольных волн от вмещающих пород. В верхней части трубок скорость в среднем составляет около 3300 м/с, затем возрастает с глубиной, и в интервале 300–600 метров достигает 3800 м/с. Надо особо отметить, что на данном этапе развития применяемой в экспедиции сейсморазведки (методика, аппаратура), факт отличия кимберлитов по акустическим свойствам от терригенно-карбонатных пород практической значимости не имеет. С поисковой точки зрения гораздо более важным оказывается свойство гетерогенности.

1.3.3. Геохимическая характеристика

Отчётная площадь является частью единой геохимической провинции, поэтому геохимическая характеристика площади объекта Джункун-Отулахский сводится к рассмотрению наиболее характерных особенностей геохимического поля всего района в целом. Материалы, положенные в основу описания были собраны в процессе поисковых и тематических работ, произведённых в разные годы и разными исполнителями.

Главной особенностью осадочного разреза является резкое отличие по геохимическому составу терригенно-карбонатных пород нижнепалеозойского вмещающего цоколя и терригенных отложений верхнепалеозойского, мезозойского и четвертичного возраста. В целом кимберлитовмещающие породы нижнего палеозоя выделяются более низким уровнем концентраций практически всех определяемых химических элементов, особенно элементов группы железа, – Ti, V, Cr, Co, а также Cu, Zn, Zr, Mo, по содержанию Ca и Mg карбонатные породы, наоборот, на порядок превышают вышележащие

отложения. Сравнительный анализ геохимического состава основных литологических разностей показал, что в ряду, – доломит-алевролит-мергель-аргиллит наблюдается закономерное повышение содержаний элементов, – Li, Ti, Cr, V, Ni, Co, Sn, Mo, Ga, Sc, и незначительное понижение Mn, Cu, Ag. Исключение составляет Ba и Mg, резкое возрастание концентраций которых, в 2-4 раза, отмечается в доломитах.

Породы карбонатной коры выветривания по содержанию основных химических элементов занимают, как бы, промежуточное положение между рудовмещающими и перекрывающими образованиями, незначительно превышая породы субстрата по концентрациям практически всех определяемых элементов, – P, Ti, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Zr, редкие земли – в 1.2–1.5 раз, Mn и Pb – в 2–2.5 раз, и Ba, Co, соответственно, в 3 и 4 раза. Исключение составляет, лишь, Sr и Sc, повышенные содержания фиксируются в породах нижнего палеозоя.

Какой-либо определённой геохимической специализации выявленных разломов не отмечается, как правило, все они фиксируются повышением общего аномального поля нижнепалеозойских отложений в виде линейно-вытянутых структур. Кроме того, в некоторых случаях терригенные породы перекрывающего комплекса наследуют характер геохимического поля подстилающих пород цоколя и образуют сходные линейные аномальные зоны вдоль известных разрывных нарушений.

1.3.4. Гидрогеологическая характеристика

В гидрогеологическом отношении район работ находится в области сочленения Оленёкского гидрогеологического массива и Нижне-Ленского артезианского бассейна в зоне распространения вечной мерзлоты, где широко развиты солифлюкция, термокарст, морозное пучение, растрескивание.

Максимальная летняя оттайка не превышает 3–3,5 м. Мощность многолетнемерзлых пород колеблется от 300 до 490 м.

В гидрогеологическом отношении район характеризуется наличием поверхностных, надмерзлотных и межмерзлотных вод.

Поверхностные воды. К данному типу относятся воды рек, ручьев, озёр и болот. Основными водотоками являются рр. Улахан Ботуобуйа, Оччугуй Ботуобуйа, Ирелях, Курунг-Джункун и др.

Режим поверхностных вод находится в прямой зависимости от количества выпадающих осадков, их физического состояния и распределения по временам года, а также от степени оттаивания многолетней мерзлоты.

Химический состав вод – гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, частично натриевый, магниевый-натриевый. Минерализация составляет 111,9–111,5 мг/л, жесткость 1,12–31 мг/экв., значения Рн колеблется от 6 до 7,2. Незначительная минерализация и жесткость поверхностных вод позволяет использовать их для бытовых и технических нужд.

Надмерзлотные воды распространены в отложениях разного возраста и генезиса, отличающихся литологическими и фильтрационными свойствами. Надмерзлотные воды характеризуются кратковременным существованием в жидкой фазе, небольшими глубинами залегания (от 1–1,5 до 3,5 м), небольшой водообильностью (0,01–0,5 л/сек, при t_0 воды 1,5–20 С, реже 70) и малыми запасами.

Межмерзлотные воды залегают в виде линз ограниченных размеров в породах холмологской и мирнинской свит на глубинах 300–330 м от дневной поверхности. Состав вод изменяется от сульфатного до сульфатно-хлоридного. Содержание хлора и их минерализация увеличиваются с глубиной (от 2–5 г/л до 10–14 г/л). Дебит источников (в борту карьера «Мир») незначительный, редко превышает 0,1–0,2 л/сек.

Под толщей пород развит водообильный метерегоичерский водоносный комплекс, заключающий сероводородные рассолы хлоридно-натриевого состава. Минерализация водоносного комплекса с глубиной возрастает от 30–50 г/л до 95–100 г/л. Содержание сероводорода колеблется от 15 до 137 мг/л, составляя в среднем 97 мг/л.

По сложности гидрогеологических условий район относится к 3 (сложной) категории.

Гидрогеологические условия района характеризуются следующими особенностями:

1. Мощность максимального летнего протаивания и зимнего промерзания составляет от 3 до 5 метров.
2. Многолетнемерзлые породы, развитые на глубине 300–330 м, перекрывает метегеро-ичерский водоносный комплекс.
3. Мерзлые породы, залегающие на глубине от 300–330 м до 450–490 м, насыщены криогенами (рассолами с отрицательной температурой).
4. В интервалах от 450 до 490 м и до 760–780 м галогенно-карбонатные породы имеют отрицательную температуру, но не содержат льда.
5. Нулевая геотерма фиксируется на глубинах 760–780 метров.

1.4. Методика, объемы и условия проведения работ

1.4.1. Геологическое обоснование работ

Планируемые работы направлены на укрепление сырьевой базы алмазодобывающих предприятий г. Мирного путем реализации перспектив коренной и россыпной алмазности в пределах Мало-Ботубинского лицензионного участка.

Проектные работы будут выполняться с целью определения перспектив алмазности левобережья нижнего течения р. Улахан Ботубуйа, выявления алмазных кимберлитовых тел и оценки россыпной алмазности на локальных перспективных участках Мало-Ботубинского алмазного района.

При выделении перспективных площадей и участков, включаемых в проект, проводилась оценка проявленности благоприятных критериев прогноза коренной алмазности (прямых и косвенных минералогических признаков, структурно-тектонических, морфоструктурных и магматических предпосылок).

В результате реализации проектных ревизионно-поисковых работ ожидается уточнение перспектив алмазности исследуемых площадей и

выявление новых коренных источников алмазов, имеющих промышленное значение.

Участок Приразломный

Участок Приразломный, выделенный как перспективный на выявление алмазоносной россыпи, расположен в 32 км на запад-северо-запад от г. Мирный и в 12 км северо-западнее россыпи *Солур-Восточная* (Граф. 1). Перспективность участка на россыпную алмазоносность установлена ранее проведёнными поисковыми работами, в процессе которых, по результатам шлихового опробования керна скважин был выявлен ореол с повышенными и аномально-высокими концентрациями минералов-спутников алмаза, локализованных в аллювиальных грубозернистых базальных отложениях ботуобинской свиты. В общем плане, он является северным флангом обширного площадного умеренно-контрастного ореола бассейна р. Чуоналыр, в южной и юго-западной части которого, расположены перспективные участки *Западный* и *Верхне-Чайдахский* с установленной алмазоносностью синхронных отложений ботуобинской свиты.

Потенциально продуктивные базальные слои ботуобинской свиты представлены на участке галечно-песчаными и гравийно-песчаными отложениями общей мощностью до 1,5 м. Грубообломочный материал отмечается как в приплотиковой, так и в средней части разреза пласта. Содержание его обычно составляет 10–15%. Значительно реже встречаются внутриформационные маломощные линзовидные прослои галечников и конгломератов. Преобладающая масса пород представлена средне-грубозернистыми слабосцементированными песчаниками олигомиктово-кварцевого состава, часто содержащими линзочки тонкого траппового ильменита. Для отложений свойственна грубая косая однонаправленная слойчатость, присущая обычно осадкам аллювиальных потоков. По вещественному составу и литогенетическим особенностям, галечно-песчаные отложения участка аналогичны продуктивным терригенным образованиям *Западного* и *Верхне-Чайдахского* ореолов. Значительное сходство между ними

обнаруживается и при сравнении количественных и качественных характеристик кимберлитовых минералов. В рассматриваемом *Приразломном* ореоле они также образуют пироп-пикроильменитовую ассоциацию и с теми же отличительными особенностями: преобладание пикроильменита над пиропом в соотношении 4 : 1, преобладание зёрен мелких (-1 мм) классов, доминирование пиропов красно-фиолетовой окраски, аномально высокие концентрации МСА в отдельных пунктах, повышенное содержание пиропов алмазной ассоциации (6%). Генетически и территориально он является составной частью единого *Чуоналырского поля верхнепалеозойских россыпей*.

Наиболее значимые, по содержанию зёрен хорошей сохранности, МСА различной гранулометрии связаны с верхнекаменноугольными и верхнепермскими отложениями южной части ореола *Приразломный*. Причем, повышенные концентрации МСА в последних фиксируются при налегании боруллойской свиты на обогащенные кимберлитовым материалом отложения ботуобинской свиты.

Одной из характерных особенностей данного ореола являются высокие концентрации МСА в ряде скважин (пересчёт на 10 л без квартовки):

- л 732,5 скв 307,5/1 – пиропы 488 зёрен, пикроильменита 153 зерна;
- скв 307,5/2 – пиропы 442 зерна, пикроильменита 292 зерна;
- л 722,5 скв 310 – пиропы 647 зёрен, пикроильменита 241 зерно;
- скв 310/1 – пиропы 395 зёрен, пикроильменита 382 зерна;
- скв 310/2 – пиропы 2331 зерно, пикроильменита 3687 зёрен.

С аномально-высокими содержаниями минералов-спутников, в перечисленных выше скважинах, связаны находки высокосохранных зерен пиропов и пикроильменитов, а также оранжевых и красных пиропов.

В северной части участка, для оценки алмазности потенциально продуктивных отложений ботуобинской и боруллойской свит были пройдены кусты скважин УКБ: четыре куста из двух скважин и один куст (747,5/302,5) из семи скважин. Средний диаметр скважин составил 520 мм. Точки проходки кустов расположены по меридиональному профилю в крест предполагаемого

переноса кимберлитового материала с расстоянием между точками 250 м. В результате опробования найдено 4 кристалла алмаза, общим весом 94,5 мг). В песчаных отложениях из низов разреза ботуобинской свиты установлено 3 кристалла алмаза в гранулометрическом классе -4+2 мм, весом 41,7 мг, 36,2 мг и 14,8 мг. Средний вес – 30,2 мг превышает средний вес алмазов из расположенных южнее верхнепалеозойских россыпей. Из песчаных отложений боруллойской свиты извлечён 1 обломок кристалла алмаза, весом 2,9 мг (класс -2+1 мм).

Таким образом, данный участок является перспективным на выявление алмазоносной россыпи. Для оценки прогнозных ресурсов по категории P_1 на участке *Приразломный* необходимо наработать представительные пробы из отложений ботуобинской и боруллойской свит, для чего предлагается пройти 28 кустов из трёх скважин Ø 151 или 171 мм, по сети 500х250 м. Поисковый комплекс ГИС выполняется в одной скважине каждого куста. Схема мощностей перекрывающего комплекса с расположением проектных кустов скважин представлена на графическом приложении 10.

1.4.2. Геологические задачи и методы их решения

Решение геологических задач, предусмотренных Геологическим заданием, планируется проведением следующих основных видов работ:

На участке Приразломный (3,3 км²) для оценки прогнозных ресурсов алмазов по категории P_1 необходимо наработать представительные пробы из отложений ботуобинской и боруллойской свит, для чего планируется пройти 28 кустов из трёх скважин диаметром 151 мм, по сети 500 х 250 м. Буровые работы сопровождаются необходимым комплексом ГИС, керновым, шлиховым, геохимическим и др. видами опробования. Скважины в кусте располагаются не более 3 метров друг от друга. Углубка в неизменённые породы нижнего палеозоя первой скважины в кусте принимается равной 5 м, остальных 2 – по 1 м. Комплекс ГИС выполняется в первой скважине каждого куста. Опробованию на алмазы подвергается весь вскрытый разрез

ботуобинской свиты, кора выветривания на породах нижнего палеозоя и базальный горизонт боруллойской свиты.

1.4.3. Организация работ

Проектируемые работы будут выполняться подразделениями Ботуобинской экспедиции: Чайдахской ГРП, Зоринской топографо-геодезической партией, Геофизической партией (ГП), Центральной аналитической лабораторией (ЦАЛ), Геолого-информационным компьютерным центром (ГИКЦ). Научное обеспечение проектируемых работ будет осуществляться ЯНИГП ЦНИГРИ и другими научными организациями.

Начало выполнения работ по объекту Джункун-Отулахский Геологическим заданием предусмотрено с января 2012 года. Производство всего комплекса полевых работ предусматривается с ноября 2012 года по май 2014 год. Проектирование, подготовительный период, камеральная обработка полевых материалов и составление окончательного отчета по результатам работ будут проводиться на базах партий и экспедиции в г. Мирный и пос. Чернышевский.

Основной вид проектируемых работ – буровые работы, выполнение которых планируется с ноября 2012 года по май 2014 год тремя станками ЗИФ – 650М и 1 самоходной установкой УРБ 2А2, ПБУ-2. Объём буровых работ по проекту составляет 23776 пог. м, в том числе на участках: Джункунский – 9505 пог.м, Отулахский – 6180 пог.м, Медвежий – 900 пог.м, Приразломный – 5731 пог. м, Глубокий – 960 пог.м, Чуоналырский и Кюелляхский – 500 пог. м. Работы осуществляются вахтовым методом в две смены, продолжительность одной вахты 15 дней, со сменой вахт автомобильным транспортом и вертолётами Ми-8. Доставка грузов на участки работ будет осуществляться в зимнее время автотранспортом по временным и круглогодичным дорогам. Выполнение буровых работ планируется только в период устойчивых отрицательных температур (ноябрь – первая половина мая). В весенне-осенний период (вторая половина мая – октябрь) бурение не производится. Буровые установки, мобильные здания и сооружения вывозятся на

подготовленные площадки вблизи крайней отбуренной скважины, для ремонта и консервации на летний период.

В связи с удаленностью работ на участках Джункунский и Отулахский от баз партий, для оперативного управления полевыми работами, обслуживания и снабжения (оборудование, материалы, запасные части, ГСМ, персонал и др.) буровых, геофизических, топогеодезических и опробовательских работ, проектом предусматривается на этих двух участках создание временно действующих полевых баз (подбаз). Функционирование подбаз будет осуществляться с начала ее создания, до окончания действия проекта. На подбазах проектируется построить склады для хранения ГСМ и ТМЦ в объемах обеспечивающих бесперебойное ведение всего комплекса геологоразведочных работ.

Расстояние от баз партий (г. Мирный) до участков работ по временным и круглогодичным дорогам: до участков Отулахский и Медвежий – 68 км; до участка Джункунский – 117 км; до участка Приразломный – 38 км; до участков Кюелляхский и Чуоналырский – 42 км; до участка Глубокий – 9 км. Средневзвешенное расстояние от баз партий (г. Мирный) до участков с проведением буровых работ – 77 км (в т.ч. - 62 км по бездорожью). В качестве путей сообщения в пределах участков будут использоваться временные проезды, проложенные по сейсмическим профилям и буровым линиям. Транспортировка грузов и персонала осуществляется автотранспортом повышенной проходимости и гусеничным транспортом.

Каротажные исследования выполняются в зимний период «вахтовым методом» со сменой вахт автомобильным транспортом. При выполнении ГИС используется каротажная станция СКС-1-АУ02 на вездеходах, КАМК «Алмаз-1» на автомобиле УРАЛ.

Полевые геофизические работы (магниторазведка, сейсморазведка и электроразведка) будут выполняться с февраля 2013 г. по июль 2014 г. Завоз персонала на участок будет осуществляться автомобильным транспортом и вертолётами Ми-8.

Керн отбуренных скважин на участках Джункунский, Отулахский и Медвежий будет вывезен на заранее подготовленные площадки (временные кернохранилища) вблизи водоемов, ручьев для дальнейшей его обработки – опробования, специализированных исследований разрезов. Работы осуществляются полевым отрядом вахтовым методом в одну смену. Продолжительность одной вахты 20 дней, со сменой вахт вертолётom Ми-8. Керн поисково-оценочных скважин с участка Приразломный для оперативной его обработки планируется вывозить автотранспортом БПТОК БГРЭ на базу партии в керносклад.

Отобранные на участках работ шлиховые и шламовые пробы будут оперативно вывозиться на базу партии в г. Мирный для последующей обработки.

Топографо-геодезические работы выполняются Зоринской партией с октября 2012 г. по май 2014 г. Работы будут выполняться полевым отрядом в одну смену. Завоз и вывоз отряда осуществляется вертолётom Ми-8.

Лабораторно-аналитические исследования будут проводиться в ЦАЛ Ботуобинской экспедиции (г. Мирный) с декабря 2012 г. по сентябрь 2014 г.

Общее методическое руководство и контроль за выполнением геологоразведочных работ производят соответствующие службы экспедиции и АК «АЛРОСА».

Завершение всего комплекса поисковых работ, с написанием окончательного отчета и защитой его на НТС Ботуобинской ГРЭ – в ноябре 2014 года. поэтапный план проведения работ по объекту приводится ниже в табл. 4.

Таблица 4 – Поэтапный план проведения работ по объекту Джункун-Отулахский

№ п/п	Участки, вид и состав работ этапа	Единицы измерения	Объем работ	Сроки выполнения работ	
				начало	окончание
1	<u>Этап № 1.</u> Проектирование, поисково-оценочные работы на участке Приразломный: - проектирование - колонковое бурение разведочных кустов - ГИС - отбор и обогащение керновых проб - отбор и обработка шлиховых проб - лабораторные работы	% п.м. п.м. т проба анализ	100 5731 1843 17,2 504 519	январь 2012 г.	июнь 2013 г.
2	<u>Этап № 2.</u> Поисковые работы на участке Джункунский: - колонковое бурение - ГИС - отбор и обработка шлиховых проб - лабораторные работы - высокочастотная сейсморазведка МОГТ - электроразведка МТЗ по сети 8х2 км - комплекс геодезического обеспечения работ - прочие виды затрат и услуг	п.м. п.м. проба анализ п. км ф. н. % %	9505 9094 682 702 161 150 100 100	январь 2013 г.	май 2014 г.
3	<u>Этап № 3.</u> Проведение наземной магнитной съёмки на участках Чуоналырский, Кюелляхский и Медвежий	км²	112	сентябрь 2013 г.	август 2014 г.
4	<u>Этап № 4.</u> Поиски на локальных перспективных участках: Глубокий, Медвежий и Отулахский; заверка бурением геофизических аномалий на участках Кюелляхский и Чуоналырский: - колонковое бурение - ГИС - отбор и обработка шлиховых проб - лабораторные работы - комплекс геодезического обеспечения работ - прочие виды затрат и услуг	п.м. п.м. проба анализ % %	8540 8152 808 833 100 100	ноябрь 2013 г.	июнь 2014 г.
5	<u>Этап № 5.</u> Геохимические исследования по объекту: - отбор и обработка литогеохимических проб - лабораторные работы - прочие виды работ и услуг	проба анализ %	1959 5196 100	ноябрь 2012 г.	июнь 2014 г.
6.	<u>Этап № 6.</u> Составление отчета. Рецензирование	%	100	сентябрь 2014 г.	ноябрь 2014 г.

1.4.4. Подготовительный этап и проектирование

В состав проектирования входят работы подготовительного периода, а также составление и оформление проектно-сметной документации.

Подготовительный период включает следующие виды работ:

- изучение и анализ отчетных фондовых материалов по результатам предшествующих исследований в районе работ, с необходимыми выписками и сканированием из первоисточников текстовых и графических сведений о перспективах исследуемой площади, особенностях геологического строения и условиях выполнения полевых работ;

- составление графических приложений с использованием компьютерной техники: геологические карты и разрезы, схемы, ГТНы и таблицы, обосновывающие параметры проектируемых работ для составления проектно-сметной документации.

Собственно проектирование, включает следующие виды работ:

- составление проектно-сметной документации (ПСД) на проведение работ;

- оформление ПСД, включающее распечатывание и размножение подготовленных графических материалов, схем и рисунков; машинопись (набор текста на компьютере), компоновку проекта; размножение (печать) текста, сметы и необходимых графических материалов; переплетные работы.

Затраты на составление ПСД предусматривается учесть по «Временным укрупнённым нормам...», утверждённым ПГО «Якутскгеология» от 05.10.1982 г.

Проектирование раздела топографо-геодезических работ составляет – 92 маш/час.

Затраты компьютерной техники при составлении ПСД (промежуточные (рабочие) и окончательные варианты текста и графики) по поисковым, геофизическим и топогеодезическим работам составят:

- работа на ПК Pentium – $115,6 \text{ маш/см} \times 6,82 = 788,39 \text{ маш/час}$;
- сканнер (A0) 10 листов $\times 1,03 \times 6,82 = 70,25 \text{ маш/час}$;

- сканнер (A4) 24 листов $\times 1,03 : 16 \times 6,82 = 10,54$ маш/час;
- сканнер (A3) 29 листов $\times 1,03 : 8 \times 6,82 = 25,46$ маш/час;
- плоттер (A1) 6 листов $\times 0,13 \times 6,82 \times 5$ экз. $= 26,60$ маш/час;
- принтер (A3) 41 листов $\times 0,01 \times 6,82 \times 5$ экз. $= 13,98$ маш/час;
- принтер (A4) 330 листов : $100 \times 0,05 \times 6,82 \times 5$ экз. $= 5,62$ маш/час;
- Pentium III: $92,0+788,39+70,25+10,54+25,46+26,60+13,98+5,62 =$
1032,84 маш/час.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Краткий обзор организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения

Этап крупномасштабных исследований в районе работ начинается со второй половины 50-х годов.

В 1981-83 гг. Рудной партией Ботуобинская геологоразведочная экспедиция, был начат этап поисковых работ масштаба 1:25 000 в пределах Мало-Ботуобинского алмазоносного узла. На рудном поле «Призломный» выполнены поисковые маршруты, литогеохимическая и кварцевометрическая съемки, пройдены поисковые канавы и скважины колонкового бурения. Проведенный комплекс поисковых и тематических работ позволил уточнить литолого-структурную обстановку рудного поля "Призломный", определить масштаб проявления и уровень концентрации алмазаносной минерализации.

В 2010-2012 гг. ООО «АЛРОСА» выполнило геологоразведочные работы методами проходки поверхностных горных выработок и колонкового бурения скважин. Бурение осуществлялось станками колонкового бурения ЗИФ-650М, снарядами ОКС с очисткой забоя сжатым воздухом. Бурение велось с отбором ориентированного керна.

2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении

Основное преимущество колонкового бурения перед другими способами – возможность получения качественного керна, изучение которого в сочетании с другими исследованиями в скважинах позволяет с большой точностью и достоверностью подсчитать запасы полезного ископаемого, определить его качество и условия залегания.

Применение вращательного способа бурения позволяет увеличить механическую скорость бурения, за счёт сокращения времени на спуско-подъемные операции, при применении снарядов со съёмными керноприёмниками. Данные снаряды, позволяют получать представительные

образцы пород, с сохранением их структуры и свойств, с выходом керна до ста процентов.

Исходя из геологических условий, на участке «Призаломный» будет применён вращательный способ бурения с применением снарядов со съёмными кернаприёмниками.

Бурение скважин будет осуществляться с применением пневматического способа удаления продуктов разрушения, при котором продукты разрушения выносятся потоком сжатого воздуха через затрубное пространство.

2.3. Разработка типовых конструкций скважин

2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Определяем конечный диаметр скважины. Для этого находим минимальной допустимый диаметр керна $d_{k\min}$ по данным литературных источников, $d_{k\min} = 92$ мм.

Далее определим минимально возможный внутренний диаметр коронки $D_{в\min}$ по формуле:

$$D_{в\min} = d_{k\min} + \Delta, \quad (1)$$

где Δ уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости f (в нашем случае VI категория по буримости).

Находим:

$$\Delta = 20 - 8\ln f = 20 - 8\ln 6 = 5,7 \text{ мм.} \quad (2)$$

Из формулы (2.2) получаем:

$$D_{в\min} = d_{k\min} + \Delta = 92 + 5,7 = 97,7 \text{ мм.}$$

Из расчетного диаметра коронки подходит применение коронки с наружным и внутренним диаметром 132 и 114 мм.

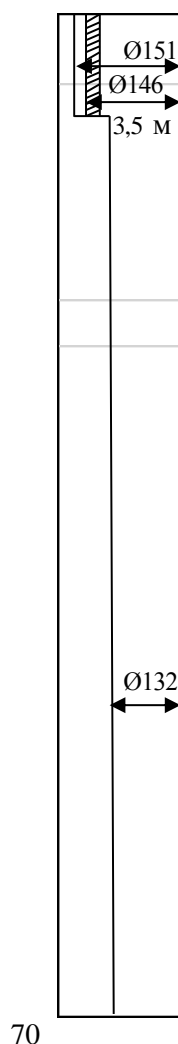


Рисунок 5 – Типовая конструкция скважины

Описание скважин шифрами по классификации Юшкова А. С.: 151/146 132 (70).

2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

Для обеспечения высокого качества и достоверности геологической документации конструкция скважин имеет первостепенное значение. Это связано, прежде всего, с правильным выбором диаметра скважины по полезному ископаемому. Геологический разрез участка Призаломный приведен в таблице

В интервале 0,0–3,5 м скважина обсаживается. Забурка скважин на диаметр 151 мм для установки направляющей трубы будет осуществляться

твердосплавными коронками диаметром 146 мм с приварными расширителями. Диаметр обсадных труб 146 мм.

В интервале 55,9–58,4 м бурение укороченными рейсами до 1 м и отбором 1 шламовой и 1 керновой пробы, 1 шлиховая проба с грубообломочных внутриформационных отложений. В интервале 58,4-64,9 м бурение укороченными рейсами до 1 м и отбором 2 шламовых и 3 керновых проб. В интервале 64,9–65,9 м 1 керновая проба. 2 шлиховые пробы с грубообломочных базальных отложений в инт. 2,6–21,2; 21,2–30,6 м. Углубка в неизменные породы нижнего палеозоя 5 м.

Таблица 5 – Проектный разрез поисково-оценочных скважин с углубкой в неизменённые породы нижнего палеозоя 5 м.

№ слоя	Название пород и их краткая характеристика (породы мерзлые).	Категория по СУСН 5	Интервал глубин, м		Мощность, м.	Объем бурения п.м. на 26 скв.	в том числе, по условиям отбора керна		
			от	до			бескерновое бурение	с отбором керна в норм. условиях	по п. и. в сложных условиях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Суглинки темно-коричневые, глины илесто-песчаные, плотные, вязкие.	IV V	0,0	2,6	1,0 1,6	26,0 42,0	-	26,0 42,0	-
2	Пески мелко-среднезернистые с прослоями алевролитов, гравийно-галечные отложения, конгломераты	IV V VI	2,6	21,2	11,6 6,0 1,0	302,0 156,0 0 26,0	- - -	302,0 156,0 26,0	- - -
3	Алевролиты глинисто-песчаные до песчаных с прослойками и линзами разнозернистых кварцевых песков с гравием, галькой	V	21,2	30,6	9,4	244,0	-	244,0	-
4	Пески мелкозернистые с единичными прослоями алевролитов, разнозернистых песков с гравием, галькой, конгломераты	IV V VI	30,6	58,4	20,8 5,0 2,0	541,0 130,0 0 52,0		528,0 104,0 26,0	13,0 26,0 26,0

Окончание таблицы – 5

5	Пески разнотернистые с гравием, галькой, алевролиты, конгломераты	IV V VI	58,4		3,5	91,0	-	91,0
					2,5	65,0	-	65,0
					0,5	13,0	-	13,0
				64,9				
6	Глина карбонатная с щебнем известковистых доломитов. Породы плотные, вязкие.	VI	64,9		1,0	26,0	-	26,0
				65,9				
7	Доломиты известковистые, известковисто – доломитовые алевролиты, алевролитистые доломиты, плотные	VI VII	65,9		4,0	104,0	-	104,0
					1,0	0	-	26,0
				70,9		26,0		-

2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб

В настоящее время выпускаются буровые установки, полностью укомплектованные оборудованием. Поэтому в большинстве случаев достаточно выбрать станок и принять установку в целом.

При выборе бурового оборудования учитываем настоящее состояние разработки буровой техники и с её учётом планируем использование наиболее эффективных и современных моделей.

Для данной глубины оптимальной буровой установкой является ПБУ-2. Установка предназначена для инженерно-геологических, разведочных, сейсморазведочных, гидрогеологических, технических скважин. Установка состоит из дизельного двигателя Д-242, буровой мачты, компрессора КВ-10/8, подвижный вращатель, лебедка.

Данная установка имеет различные варианты монтажа на транспортные базы: колесные – КАМАЗ, УРАЛ, ЗИЛ-131 (АМУР), МАЗ, гусеничные транспортеры ТГМ-126, МТЛБу, тракторы ТТ-4 и ТЛТ-100А, санное основание, понтоны и др. Варианты привода – от палубного двигателя или от транспортной базы.



Рисунок 6 – Буровая установка ПБУ-2

Таблица 6 – Технические характеристики ПБУ-2

Параметр	Показатели
Привод буровой установки – двигатель Д242 мощностью, кВт	46
Крутящий момент, кгм	500
Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Ход подачи вращателя, м	1,8;
Усилие подачи, кгс:	
- вверх	3500
- вниз	3500
Грузоподъемность лебедки, кгс	2600-3000
Ход кривошипно-шатунного балансира, мм	550
Статическое зондирование грунтов с усилием, кгс	12000
Условная глубина бурения, м:	
- шнеками	60
- шнековым буром	25
- ударно канатным способом	40
- с промывкой	100-120
- с продувкой	100

Окончание таблицы – 6

Диаметр бурения максимальный, мм:	
- шнеками	400
- шнековым буром	850
- ударно канатным способом	168
- с промывкой	190,5
- с продувкой	190,5

2.4.1. Силовая установка

Основной силовой привод осуществляется дизельным двигателем Д-242, посредством карданной передачи. Допускается применение других дизельных двигателей. На установке применяется групповой тип привода.



Рисунок 7 – Двигатель Д-242

Техническая характеристика силовой установки представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Техническая характеристика двигателя КамАЗ 740.31-240

Тип дизеля	без турбонадува, четырехтактный
Число и расположение цилиндров	четыре, рядное, вертикальное
Рабочий объем, л	4.75

Окончание таблица – 7

Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Номинальная мощность, кВт	46
Ход поршня, мм	125
Максимальный крутящий момент, Н*м	241
Удельный расход топлива, г/кВт ч	226
Диаметр цилиндра, мм	110
Масса, кг	410...430
Передача от дизеля к коробке передач	карданная с муфтой сцепления.

2.4.2 Выбор труб

Колонна бурильных труб служит для соединения ПРИ, работающего на забое, с буровой установкой, смонтированной на поверхности.

При колонковом бурении через бурильную колонну на ПРИ, непосредственно воздействующий на породу забоя, передается осевое усилие, необходимое для внедрения разрушающих элементов в породу, и крутящий момент для преодоления сил сопротивления со стороны забоя. Кроме того, колонна бурильных труб является каналом для подведения к ПРИ сжатого воздуха, с помощью которого осуществляется очистка забоя от продуктов разрушения и вынесения их на поверхность.

Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения по ГОСТ 632-80. Так как диаметр скважины равен 151 мм, то примем диаметр обсадной колонны 146 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 134 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам.

Таблица 8 – Технические характеристики обсадных труб

Параметры	Обсадная труба
Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	146 ± 1,46
Толщина стенки трубы, мм	5,0 ± 0,63
Внутренний диаметр ниппеля, мм	134 ± 0,5
Длина трубы, мм	1500-6000
Масса 1 метра трубы, кг	17,39

Бурильные трубы выберем ТБСУ 63,5×4,5. Трубы стальные бурильные универсальные предназначены для бурения скважин колонковым и безкерновым способом, твердосплавными и алмазными коронками и долотами всех видов. Технические характеристики данных труб приведены в таблице 8.

Таблица 9 – Техническая характеристика труб ТБСУ 63,5×4,5

Наружный диаметр, мм	63,5
Внутренний диаметр, мм	54,5
Внутренний диаметр замка, мм	28
Толщина стенки, мм	4,5
Диаметр замка, мм	64
Масса 1 м бурильной колонны (с замками), кг	8,82
Длина бурильных труб, м	3

Для соединения бурильных и колонковых труб применим переходники П1-63,5/146 и П1-63,5/127.

Для бурения в интервале от 0 до 10 м применим колонковые трубы 146×6,5, а для бурения в интервале от 10 до 70 м – колонковые трубы 127×6,5. Длина колонковых труб составляет 1 м.

2.4.3. Компрессор КВ-10/8

Дизельный компрессор КВ-10/8 предназначен для снабжения сжатым воздухом пневмоинструмента, пневмоприводов, оборудования по

дробеструйной обработке различных поверхностей, бурового оборудования, при температуре окружающей среды в обычном исполнении от -15°C до $+40^{\circ}\text{C}$, при специальном исполнении -35°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Компрессорные установки производятся на основе винтового компрессора производства немецкой фирмы GHH-Rand или Rotorcomp. Средний срок наработки по винтовому компрессору составляет 40000 часов, при условии правильной эксплуатации компрессорной установки. Передача мощности двигателя на винтовой компрессор осуществляется через муфту сцепления дизеля, что позволяет производить разрыв мощности при запуске дизеля в отрицательных температурах и возникновении нештатных ситуаций.

Компрессорная установка КВ-10/8 оснащена системой регулирования производительности винтового компрессора. Регулирование осуществляется посредством изменения числа оборотов дизеля, поддерживает необходимое, заданное давление в пневмосистеме потребителя сжатого воздуха. Технические характеристики приведены в таблице.



Рисунок 8 – Компрессор КВ-10/8

Таблица 10 – Технические характеристики КВ-10/8

Производительность, приведенная к стандартным условиям*, м ³ /мин.	10,0±0,5
Давление номинальное, избыточное, МПа	0,8±0,016
Сжимаемый газ	атм.воздух
Температура окружающей среды**, °С	-35...+40
Марка двигателя	Д-245.12С
Мощность номинальная, кВт	80±2,0
Емкость топливного бака, л	170
Уровень звукового давления, дБА	79
Кран раздаточный, размер и количество	G3/4 – 3 шт., G2 – 1 шт.
Габаритные размеры установки: Д*Ш*В, мм	2900x1320x1680
Масса установки, кг	1500

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения

2.5.1. Проходка горных пород

В данном случае целесообразно производить расчет бурения по принятой конструкции скважины для данного геологического разреза. Забурка скважины производится до 3,5 м диаметром 244 мм. Данный интервал сложен породами IV, V категорий по буримости. Для производства забурки скважины предусматривается использование коронки СМ-5. Техническая характеристика твердосплавной коронки СМ-5 приведена в таблице 2.6.



Рисунок 9 – Твердосплавная коронка CM-5

Таблица 11 – Техническая характеристика твердосплавной коронки CM-5 и область ее применения

Тип коронки	Категория пород по буримости	Наружный диаметр D_n , мм	Внутренний диаметр D_v , мм	Число основных резцов, m	Число подрезных резцов
CM-5	V–VI	132	114	24	4

Бурение поисковых и разведочных скважин на твердые полезные ископаемые в регионах Крайнего Севера осуществляется не с промывкой, а с продувкой забоя сжатым воздухом. Вызвано это необходимостью не допустить оттаивания вечной мерзлоты в стенках скважины с последующим их разрушением и стабильно низкими температурами на поверхности, что обеспечивает забор переохлажденного воздуха.

Для выбранных коронок рассчитывается осевая нагрузка, частота вращения. Так же рассчитывается количество воздуха, и необходимое давление воздуха которое следует подавать в скважину в процессе бурения.

Для определения оптимального режима бурения твердосплавным инструментом использованы данные таблицы 11.

Осевая нагрузка, кг

Нагрузка на коронку задается, исходя из количества основных (объемных) резцов, их размеров и твердости пород.

Общая нагрузка на коронку:

$$C=mq, \text{ Н}, \quad (3)$$

где, m – число объемных (основных) резцов; q – рекомендуемая нагрузка на 1 резец, Н.

В нашем случае для коронки диаметром 132 мм число основных резцов 24 штуки, а нагрузка на 1 резец от 400 до 600 Н.

При бурении по породам V-VI категории буримости с минимальной нагрузкой на основные резцы:

$$C=24 \times 500 = 12000 \text{ Н или } 12000 \times 0,102 = 1224 \text{ кг}.$$

При бурении по породам V-VI категории буримости с максимальной нагрузкой на основные резцы:

$$C=24 \times 600 = 14400 \text{ Н или } 14400 \times 0,102 = 1468,8 \text{ кг}.$$

Таким образом, оптимальная нагрузка на породоразрушающий инструмент должна составлять от 1224 до 1469 кг. Для удобства регулировка нагрузки на забой принимается оптимальная нагрузка в интервале 1250-1450 кг.

Частота вращения, об/мин:

$$n = \frac{60v_0}{\pi D_c}. \quad (4)$$

где, D_c – средний диаметр коронки в м; v_0 – окружная скорость коронки при бурении твердыми сплавами принимаемая в пределах 0,8-1,8 м/с. Чем больше абразивность породы, тем меньше v_0 .

В нашем случае для коронки диаметром 132 мм окружная скорость от 0,8 до 1,8 м/с.

При минимальной окружной скорости коронки:

$$n = \frac{(60 \times 0,8)}{(3,14 \times \frac{0,151 + 0,133}{2})} = 107,6 \text{ об/мин.}$$

При максимальной окружной скорости коронки:

$$n = \frac{(60 \times 1,8)}{(3,14 \times \frac{0,151 + 0,133}{2})} = 242,2 \text{ об/мин.}$$

Таким образом, оптимальное число оборотов при бурении коронками СМ-5 диаметром 132 мм по породам V-VI категории по буримости выведенные расчетным путем составляют от 108 до 242 об/мин.

Так как буровая установка ПБУ-2 имеет плавную регулировку оборотов вращения бурового снаряда, для более удобной настройки станка принимается частота вращения от 140 до 280 об/мин.

Обобщая данные расчетов оптимальными параметрами (из условия безаварийной проводки ствола скважины) при бурении коронками СМ-5 диаметром 132 мм для буровой установки ПБУ-2 принимаются:

1. Нагрузка на коронку – 12-14,6 кН.
2. Частота вращения – 108-242 об/мин.

Количество воздуха, м³/мин

Решающий режимный параметр при бурении с продувкой – расход воздуха, обеспечивающий быстрый и полный вынос шлама из скважины. Расход воздуха (подача компрессора) определяется по формуле:

$$Q = 0,785(D^2 - d^2)vk, \quad (5)$$

где, D – диаметр скважины, м; d – наружный диаметр бурильных труб, м; v – скорость восходящего потока воздуха, м/с; при бурении кольцевым забоем $v = 10-12$ м/с, а при бурении сплошным забоем $v = 15-25$ м/с; $k = 1,05-1,20$ — коэффициент, учитывающий увеличение потерь давления воздуха вследствие его трения о стенки скважины соответственно росту ее глубины.

Диаметр скважины равен 132 мм, наружный диаметр бурильных труб равен 63,5 мм. Бурение осуществляется кольцевым забоем, то есть берем значение скорости восходящего потока воздуха 10-12 м/с.

При минимальном значении скорости восходящего потока воздуха и коэффициента потери давления воздуха:

$$Q = 0,785 \times (0,151^2 - 0,0635^2) \times 10 \times 1,05 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 9 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

При максимальном значении скорости восходящего потока воздуха и коэффициента потери давления воздуха:

$$Q = 0,785 \times (0,151^2 - 0,0635^2) \times 12 \times 1,2 = 0,2 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 12 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Таким образом, оптимальное количество воздуха выявленное расчётным путем составляет от 9 до 12 м³/мин.

Давление воздуха, МПа

Давление воздуха для бурения в «сухой» скважине рассчитывается по формуле:

$$p = p_0 H + p_1 + p_2, \quad (6)$$

где, p_0 – увеличение давления на 1 м углубки скважины, МПа (принимается $p_0=0,0015$ МПа); H – глубина скважины, м; p_1 – потери давления в заполненном колонковом снаряде (принимается $p_1=0,06-0,1$ МПа);

p_2 – перепад давления в пневмоударнике при ударно-вращательном бурении, МПа.

При вращательном бурении p_2 исключается из формулы. Глубина скважины равна 70 м.

При минимальном значении потере давления в заполненном колонковом снаряде.

$$p = 0,0015 \times 70 + 0,06 = 0,16 \text{ МПа}..$$

При максимальном значении потере давления в заполненном колонковом снаряде.

$$p = 0,0015 \times 70 + 0,1 = 0,2 \text{ МПа}$$

Таким образом, оптимальное давление воздуха выявленное расчётным путем составляет от 0,16 до 0,2 МПа.

Обобщая данные расчетов оптимальными параметрами при бурении скважины с подачей сжатого воздуха на забой принимаются:

- количество воздуха – 9-12 м³/мин
- давления воздуха – 0,16-0,2 МПа.

Дизельный компрессор КВ-10/8 встроенный в буровую установку ПБУ-2 полностью соответствует заданным характеристикам бурения «всухую».

2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин

Интервал горных пород от 0 до 3,5 м сложен из суглинков, глины илисто-песчанистые, плотные, вязкие. Во избежание осложнений проектом предусматривается изоляция данного интервала колонной обсадных труб. Обсадную колонну требуется устанавливать в плотных устойчивых породах. Для выше указанной конструкции скважины будет применена обсадная труба диаметром 146×3,5 мм.

Перед началом забуривания в точке заложения скважины выкапывают приямок глубиной 0,3–0,5 м для того, чтобы под шпindel можно было завести короткий забурочный снаряд, который соединён с ведущей трубой, проходящей через шпindel станка. При этом ведущая труба в зажимных патронах должна закрепляться строго соосно, в ином случае произойдёт отклонение ствола скважины от заданного направления. После установки забурочного снаряда проверяют правильность положения шпинделя и начинают бурение при небольших осевых нагрузках и минимальной частоте вращения. Забуривание производится «в сухую» с подливом воды, рейсами 0,8–1,5 м.

Тампонирующее геологоразведочных скважин производится для решения следующих задач: закрепления устья скважины; герметизации кольцевых зазоров между обсадными трубами и стенками скважины; изоляции горизонтов, поглощающих промывочную жидкость; закрепления интервалов с обваливающимися и деформирующимися стенками скважин;

разобщения отдельных горизонтов (пластов) в стволе скважины; создания искусственного забоя в стволе скважины.

Практика бурения геологоразведочных скважин показывает, что эффективность работ по тампонированию обуславливается в основном геолого-техническими условиями разреза месторождения, физико-химическими свойствами тампонирующих материалов и смесей, наличием и совершенствованием технических средств по проведению тампонирования и технологией тампонирования скважин. В данных геологических условиях тампонирование затрубного пространства требуется в интервале от 0 до 10 м. Тампонаж будет производиться путем применения бентонитовой глины и КМЦ.

Для успешного закрепления скважины обсадными трубами производим два независимых один от другого вида работ:

- 1) работы, связанные с подготовкой обсадных труб к спуску их в скважину;
- 2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут спускаться в скважину. После измерения каждой трубы на конце её, обращенном к устью скважины, делают надпись в виде дроби, числитель которой означает номер трубы, а знаменатель – длину трубы в метрах.

Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние. Перед спуском обсадных труб, скважину предусматривается интенсивно промыть и, если это необходимо, проработать скважину коронкой (долотом) соответствующего диаметра.

Спуск обсадных труб будет производиться с помощью трубных хомутов и специальных элеваторов, свинчивание труб будет производиться шарнирными ключами.

2.7 Проверочные расчеты бурового оборудования

2.7.1 Проверочный расчет мощности привода буровой установки

Знание затрат мощности необходимо при выборе двигателя станка, определении состояния бурильной колонны, при оптимизации конструкции скважины и колонны бурильных труб, расчете допустимых режимных параметров.

Буровая установка ПБУ-2 оснащена дизельным генератором, который питает все элементы буровой установки. Из этого следует, что необходимо производить расчёт суммарной мощности привода буровой установки.

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_{\text{б}} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (7)$$

где $N_{\text{ст}}$ – затраты мощности для привода бурового станка, кВт;

$N_{\text{тр}}$ – мощность на вращение буровой колонны, кВт;

$N_{\text{рз}}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

Потери мощности в станке

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка $N_{\text{ст}}$ (в кВт) находится как:

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot n), \text{ кВт}, \quad (8)$$

где, $N_{\text{дв}}$ – мощность привода,

$N_{\text{дв}} = 46 \text{ кВт}$;

n – расчетная максимальная частота оборотов шпинделя, $n = 175$ об/мин.

$$N_{\text{ст}} = 46 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 175) = 6,8 \text{ кВт}.$$

Мощность на вращение буровой колонны

При низких частотах вращения по формуле:

$$N_{\text{тр}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \left\{ (2,5 \times 10^{-8})(0,9 + 0,02 \times \delta) \left[Dq \frac{D_n q}{(EI)^{0,16}} \right] \times n^{1,85} \times L^{0,75} \times (1 + 0,44 \times \sin \theta_{\text{ср}}) + 2 \times 10^{-7} \delta n G \right\}, \text{ кВт} \quad (9)$$

где L – длина буровой колонны, $L = 70$ м;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины (каверны желоба, наличие обсадных труб) на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза);

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для соединения «труба в трубу»);

K_4 – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности (1,1 – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»);

K_5 – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение труб о стенки скважины (1,0 – для стальных труб);

S – средняя кривизна свечи – 0,3 мм/м;

δ – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами – 2,2 мм;

n – частота вращения бурового вала, $n = 175$ об/мин

E – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см² ($2 \cdot 10^6$ – для стальных труб);

I – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴;

$\theta_{\text{ср}}$ – средний зенитный угол скважины, град;

G – усилие подачи, $G = 1346$ кгс;

D – наружный диаметр ПРИ, мм $D = 132$ мм;

q – вес 1 м бурильных труб, $q = 8,82$ кг.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$I = \frac{\pi}{64} \times (d^4 - d_1^4) \quad (10)$$

где, d – наружный диаметр БТ, см; d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \times (6,35^4 - 5,45^4) = 36,5 \text{ см}^4.$$

Средний зенитный угол равен $\theta_{\text{ср}}=0$, так как скважина вертикальная.

Зазор, между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле:

$$\delta = 0,5 \times (D - d_n), \text{ мм}, \quad (11)$$

где D – диаметр скважины по расширителю, мм;

d_n – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (132 - 63,5) = 43,75 \text{ мм};$$

$$N_{\text{тр}} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 \times \left\{ (2,5 \times 10^{-8})(0,9 + 0,02 \times 43,75) \left[\frac{151 \times 8,82}{(2 \times 10^6 \times 36,5)^{0,16}} \right] \times 175^{1,85} \times 70,9^{0,75} \times (1 + 0,44 \times \sin 0) + 2 \times 10^{-7} \times 43,75 \times 175 \times 1346 \right\} = 2,55 \text{ кВт}.$$

Мощность на разрушение забоя

Определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \times 10^{-7} \times \left(\mu_0 + \frac{16,7 \Omega v_{\text{мех}}}{n} \right) (D_1 + D_2) G n, \text{ кВт} \quad (12)$$

где μ_0 – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о породу;

Ω – коэффициент, учитывающий физико-технические свойства горных пород и характер их разрушения;

$v_{\text{мех}}$ – механическая скорость бурения, принимаем $v_{\text{мех}}=2,5$ м/ч, так как разрез имеет породы V-VI категории по буримости.

D_n и D_v – наружный и внутренний диаметр коронки, мм.

Таблица 12 – Значение коэффициентов Ω и μ_0 для твердосплавных коронок

№ п/п	Тип коронки	Ω	μ_{01}
1	Твердосплавная коронка	2,0	0,1

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \times 10^{-7} \times \left(0,1 + \frac{16,7 \times 2 \times 2,5}{175}\right) \times (132 + 133) \times 1346 \times 175 = 10,3 \text{ кВт};$$

$$N_6 = 6,8 + 2,55 + 10,3 = 19.6 \text{ кВт.}$$

2) Расчет компрессора

Компрессор КВ-10/8 встроенный в буровую установку ПБУ-2 соответствует основным характеристикам (количество воздуха, давление воздуха), которые были рассчитаны для данных скважин при бурении сжатым воздухом.

2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

Расчет и выбор схемы талевой системы

ПБУ-2 оснащена подвижным вращателем с гидравлическим приводом, следовательно, необходимости в расчете талевой системы нет, так как спуско-подъемные операции производятся за счет подвижного вращателя.

Произведем расчет веса бурового снаряда и сравним с усилием подачи вверх буровой установки. Необходимые данные приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные

Длина колонны, L, м	70
Тип мачты	сварная конструкция
Усилие подачи вниз, кг	2900
Усилие подачи вверх, кг	4900
Тип бурового станка	ПБУ-2
Типоразмер бурильных труб	63,5×4,5
Длина свечи, $l_{\text{св}}$, м	3
Вес 1 м бурильных труб, кг	8,82

Полный вес бурового снаряда в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = \alpha_1 q L \left(1 - \frac{\gamma_{\text{ж}}}{\gamma_{\text{м}}}\right), \text{ кг}, \quad (13)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий муфтово-замковое соединение БТ, $\alpha_1=1,1$;

q – вес 1 метра труб, $q = 8,82$ кг;

L – длина колонны, $L = 70$ м;

$\gamma_{ж}$ – удельный вес промывочной жидкости. Не учитывается, так как бурение происходит всухую;

γ_m – удельный вес металла, $\gamma_m=7,85$ г/см³.

$$Q_{кр} = 1,1 \times 8,82 \times 70 \times 1 = 687,8 \text{ кг},$$

Максимальный вес снаряда не превышает усилие подачи вверх буровой установки.

2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

Расчет бурильных труб сводится к определению запаса прочности в трех характерных сечениях колонны (верхнее, нижнее, нулевое).

Оптимальная осевая нагрузка равна 1000 кгс, что больше чем вес колонны бурильных труб, следовательно, бурение будет вестись с дополнительной осевой нагрузкой. Это говорит о том, что расчет необходимо производить только для нижнего сечения.

Расчет колонны бурильных труб в нижнем (сжатом) сечении

Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении сводится к статическому расчету на сложное напряженное состояние.

Предел текучести для стали 38ХНМ составляет 5500 кгс/см². Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{ж} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,7, \quad (14)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести материала БТ,

$[\sigma_T] = 5500$ кгс/см²;

$\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение в нижней части БТ, кгс/см².

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{из}}) + 4\tau^2}, \quad (15)$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение сжатия, кгс/см²;

$\sigma_{\text{из}}$ – напряжение изгиба, кгс/см²;

τ – касательные напряжение, кгс/см².

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F}, \quad (16)$$

где $P_{\text{ос}}$ – осевая нагрузка на ПРИ, кГс ;

F – площадь сечения БТ, см².

$$F = \frac{\pi}{4} \times (d^2 - d_1^2), \quad (17)$$

где d – наружный диаметр БТ, см;

d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$F = \frac{\pi}{4} \times (6,35^2 - 5,45^2) = 8,34 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1345}{8,34} = 161,27 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}}, \quad (18)$$

где, E – модуль Юнга,

$E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²;

J – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4), \quad (19)$$

$$J = \frac{\pi}{64} (6,35^4 - 5,45^4) = 36,49 \text{ см}^4,$$

f – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5 \times (D - d_{\text{н}}) \quad (20)$$

где, D – диаметр скважины по расширителю, см;

d_n – наружный диаметр БТ, см.

$$f = 0,5 \times (13,2 - 5,45) = 4,8 \text{ см};$$

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (21)$$

где, q – вес 1 м бурильных труб, кгс;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

z – длина рассматриваемого участка колонны, $z = 70,9$ м;

ω – угловая скорость вращения с-1:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (22)$$

где, n – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \times 175}{30} = 18,31 \text{ с}^{-1},$$

$$l = \frac{10}{18,31} \sqrt{0,5 \times 70 + \sqrt{0,25 \times 70^2 + \frac{2 \times 10^6 \times 36,49 \times 18,31^2}{10^3 \times 8,82 \times 9,81}}} = 13,02 \text{ см}.$$

Длина полуволны прогиба более длины одной бурильной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем длину полуволны прогиба равной длине одной бурильной трубы, $l = 3$ м.

Полярный момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$W_{из}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³:

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \times \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (23)$$

$$W_{из} = \frac{3,14}{32} \times \frac{6,35^4 - 5,45^4}{6,35} = 11,49 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}} = \frac{3,14^2 \times 2 \times 10^6 \times 36,49 \times 4,8}{300^2 \times 11,49} = 3339,9 \text{ кгс.}$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \quad (24)$$

где, $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, кгс·см;

$W_{\text{кр}}$ – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см³:

$$M_{\text{кр}} = 97400 \frac{N}{n}, \quad (25)$$

где, N – затраты мощности, кВт:

$$N = 1,5 \times N_{\text{рз}}, \quad (26)$$

где, $N_{\text{рз}}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

$$N = 1,5 \times 5,76 = 8,64 \text{ кВт.}$$

$$M_{\text{кр}} = 97400 \frac{8,64}{175} = 4808,77 \text{ кгс} \times \text{см}$$

Полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения бурильных труб определяем по формуле:

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \times \frac{d^4 - d_1^4}{d}, \text{ см}^3 \quad (27)$$

$$W_{\text{кр}} = \frac{3,14}{16} \times \frac{6,35^4 - 5,45^4}{5,45} = 22,99 \text{ см}^3;$$

$$\tau = \frac{4808,77}{22,99} = 209,16 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(161,27 + 3339,9)^2 + 4 \times 209,16^2} = 3526,07 \text{ кгс.}$$

Запас прочности бурильных труб:

$$n_{сж} = \frac{5800}{3526,07} = 1,8 \geq 1,7.$$

Данный расчет показал, что коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, следовательно, бурильные трубы в нижнем сечении при заданных режимах бурения не должны выходить из строя.

2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин

В процессе буровых работ возможными видами аварий являются:

1) Аварии, связанные с колонной бурильных труб: оставление в скважине бурильных колонн или их частей из-за поломок в теле или в соединительных элементах бурильных, ведущих и утяжеленных труб; падение в скважину элементов бурильных колонн;

2) Аварии, связанные с прихватом бурильной колонны: невозможность спуска или подъема бурильной колонны; прилипание бурильных труб к стенкам скважины, заклинивание породоразрушающего инструмента, колонковых или бурильных труб, возникновение сальников в скважине, обвалы и осыпания стенок скважин, прижог бурового инструмента, затяжка бурильной колонны;

3) Аварии, связанные с обсадными трубами: разъединение по резьбовым или сварным соединениям спускаемых или спущенных обсадных труб; разрыв труб по телу; падение обсадных труб в скважину; смятие и протираание обсадных труб; прихваты обсадных колонн при спуске и подъеме; отвинчивание и обрыв башмаков;

4) Аварии, связанные с буровыми коронками и долотами: прижоги или оставление в скважине коронок, долот;

5) Аварии, связанные со скважинными работами: обрыв и оставление в скважине различных скважинных приборов, троса или каротажного кабеля;

Меры предупреждения аварий, связанных с обрывами бурильных труб:

- применение бурильных труб, соответствующих по своей прочности выбранному режиму бурения;
- проведение систематического шаблонирования бурильных труб и осмотра их соединений;
- обеспечение условия складирования и транспортировки бурильных труб, не допускающие их порчу (особенно резьбовых соединений);
- проведение систематической проверки состояния спуско-подъемного инструмента, механизмов для свинчивания и развинчивания труб;
- проведение мероприятий по исключению аномального искривления скважины.

Способы ликвидации с обрывами бурильных труб:

- применение отводных крюков, соединение с отдельными элементами и попытки извлечения их поочередно;
- разбуривание зоны расклинивания до накрытия расклиненного инструмента колонковой трубой, цементация интервала у верхнего конца бурильной колонны с последующим забуриванием нового ствола скважины.
- при обрыве бурильной колонны в результате прихвата для его ликвидации производится спуск метчика (колокола) на бурильных трубах с левой резьбой и соединения с оставшейся частью бурильных труб, производится левое вращение и накручивание снаряда на аварийный инструмент.

Меры предупреждения аварий, связанных с прихватами бурильных колонн:

- принятие мер для исключения накопления и оседания шлама в скважине, для чего применять промывочные жидкости, соответствующие условиям бурения, в количестве, достаточном для выноса шлама;
- устройство циркуляционной системы, обеспечивающей очистку раствора;
- производство спуска инструмента в нижней части ствола скважины с промывкой и вращением;

- систематический осмотр бурильной колонны с целью выявления мест утечки промывочной жидкости;
- своевременное перекрытие обсадными трубами зон неустойчивых пород и поглощений;
- подбор промывочной жидкости, способствующей укреплению стенок скважины, и тампонажной смеси для ликвидации поглощений промывочной жидкости;
- проработка ствола скважины в зоне затяжек;
- производства спуска и подъема в этих интервалах вращением и интенсивной промывкой растворами с пониженной водоотдачей;
- принятие мер по исключению оставления бурового снаряда на длительное время на забое или в призабойной зоне при прекращении вращения и промывки.

Меры, предназначенные для ликвидации прихватов:

- ликвидация аварии натяжкой колонны;
- обуривание колонковой трубы.

Меры предупреждения аварий, связанных с обсадными трубами:

- проверка обсадных труб перед спуском по диаметру, на целостность резьб и корпуса труб;
- проверка исправности бурового оборудования и спуско-подъемных приспособлений;
- производство кавернометрии скважины;
- облегчение глинистого раствора по возможности;
- принятие мер по исключению вращения обсадных труб и забивания их шламом;

Аварии данного типа ликвидируются применением различных смазок или разогревом обсадных труб с последующим их извлечением, и принятием мер, описанных выше.

Меры предупреждения аварий, связанных с породоразрушающим инструментом:

- принятие мер по исключению спуска в скважину коронок и долот, имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, люфт в опорах шарошек, с забитыми промывочными отверстиями и другими дефектами;

- наворачивание алмазных коронок и расширителей специальными ключами;

- производство подъема инструмента при резком падении механической скорости, возникновении вибрации и посторонних процессов в скважине;

- обеспечение полной герметичности всех соединений бурового снаряда;

- наблюдение за соответствием диаметров при замене породоразрушающего инструмента.

Способы ликвидаций аварий, связанных с породоразрушающим инструментом:

- извлечение породоразрушающего инструмента производится с помощью специального инструмента: ловушки типа ЛМС или ЛМ;

- разбуривание породоразрушающего инструмента с последующим подъемом в колонковой трубе.

Меры предупреждения аварий при скважинных работах:

- ознакомление каротажной бригады перед производством работ с особенностями конструкции и состоянием скважины, с возможными зонами осложнений;

- проработка ствола скважины перед спуском геофизических и других скважинных приборов и снарядов;

- проверка соответствия кабеля (троса) глубине производимых работ, его целостности, прочности крепления скважинных приборов и устройств;

- прекращение спуска скважинных приборов при их затяжках, поднятие приборов и повтор проработки скважины.

Способы ликвидации аварий при скважинных работах:

– при обрыве и оставлении скважинных приборов (устройств) в скважине их извлечение проводится после навинчивания ловильного колокола или накрытия колонковой трубой соответствующего диаметра.

– при обрыве каротажного кабеля или троса их извлечение производится с помощью ловителей каната. В случае невозможности извлечения кабеля (троса) производится разбуривание.

2.9 Выбор источника энергии

Буровая установка ПБУ-2 оснащена дизельным двигателем Д-242 мощностью 60 л.с., который питает все элементы буровой установки. Технические характеристики Д-242 приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики Д-242

Наименование параметра	Характеристика параметра
Мощность, л.с.	60
Номинальная мощность генератора, кВт	44
Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Рабочий объем, л	4,94
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	245
Емкость топливного бака, л	160
Масса, кг	500
Габариты, мм	1236×652×1292
Ресурс до капитального ресурса, ч	20000

2.11. Механизация спуско-подъемных операций

Спуско-подъемные операции (СПО) при колонковом бурении решающим образом влияют на производительность буровых работ. При ручной сборке и разборке бурильной колонны эти операции весьма длительны, трудоёмки и опасны.

СПО бурильных труб осуществляется при помощи подвижного вращателя. Длина свечи составляет 3 метров. Свинчивание и развинчивание труб осуществляется вращателем и подкладными вилками. В качестве элеватора выступает патрон-элеватор.

2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА)

Прогресс и высокие показатели при сооружении скважин во многом зависят от оперативного контроля за процессом бурения с помощью контрольно-измерительной аппаратуры.

Буровая установка ChristensenCS14 оснащена панелью управления, на которой отображаются все параметры бурения, а также осуществляется управление всеми узлами буровой установки.

Панель управления включает в себя следующие элементы:

- пусковая панель дизельного привода с дисплеем и ключом зажигания;
- индикатор усилия подачи;
- индикатор усилия поддержки;
- индикатор давления насоса;
- индикатор давления гидросистемы;
- давление газа в трубодержателе;
- индикатор частоты вращения;
- расходомер;
- индикатор аварийной остановки.

Управление буровым оборудованием осуществляется:

- клапаном сбрасывания штанги;
- рычагом свинчивания и развинчивания труб;
- рычагом управления трубодержателя;
- рычагом управления вращением;
- рычагом регулировки расхода насоса;
- рычагом управления главной лебёдкой;
- рычагом управления лебёдкой ССК;
- рычагом управления подачей бурового снаряда;
- дросселем подачи;
- дросселем регулирования частоты вращения;
- кнопкой аварийной остановки.

2.12. Монтаж и демонтаж бурового оборудования

Место заложения скважины определяется геологическим отделом геологоразведочной организации в соответствии с проектом работ. Оформление и отвод земельных участков производится в соответствии с Основами земельного законодательства.

Буровые здания и привышечные сооружения размещаются с учетом глубины скважины, типа буровой установки, требований правил охраны труда, а также в зависимости от рельефа, наличия водоемов, времени года и т.п.

Выбирая площадку для буровой установки, следует избегать заболоченных участков и глинистых склонов, чтобы предупредить оползни и бездорожье в период дождей. Летом буровую целесообразно размещать на повышенных частях местности, зимой – в местах, защищенных от сильных ветров и снежных заносов. Схема размещения вспомогательных устройств и сооружений должна обеспечивать максимальную экономию времени при бурении и выполнении монтажно-демонтажных работ.

Выбирая площадку под буровую установку, следует учитывать, что расстояние от буровой установки до жилых помещений и производственных зданий, линий электропередач, железных и шоссейных дорог, магистральных трубопроводов (на поверхности) должно быть не менее полуторной высоты вышки(мачты).

На выравненной и подготовленной площадке монтируют буровую вышку, готовят систему отстойников. Монтаж вышек и коммуникаций должен осуществляться силами монтажных бригад (на практике – чаще силами буровой бригады). Буровое оборудование монтируется в соответствии с его типами и требованиями нормальной эксплуатации в процессе бурения на запроектированных режимных параметрах.

После окончания монтажа и обеспечения безопасных условий работы комиссия осматривает буровую установку и привышечные сооружения. При

отсутствии замечаний по безопасности комиссия составляет акт на ввод в эксплуатацию бурового агрегата и разрешает забуривание.

При демонтаже буровой установки буровое оборудование демонтируется в соответствии с его типами и требованиями. После демонтажа буровой установки проводится рекультивация земель.

Перед транспортированием мачта укладывается в транспортное положение с помощью гидросистемы и переезжает на новую точку со всем буровым оборудованием. Бурильный инструмент складывается в кузове транспортной базы «КамАЗ». Строительство зумпфа производится на новой точке заблаговременно экскаватором. Жилой вагончик буксируется самой же установкой. Строительство подъездных путей и площадок для буровой установки осуществляется бульдозером, если в этом есть необходимость.

Электроснабжение буровой установки производится от палубного дизельного двигателя.

2.13. Ликвидация скважин

По окончании бурения скважин предусматривается ликвидационное тампонирующее устройство, обеспечивающее устранение проникновения в скважину поверхностных и подземных вод. Проектом предусматривается применение простого метода ликвидационного тампонирующего устройства, включающего в себя извлечение обсадных труб гидравликой бурового станка, в заполнении всего объема скважины от забоя до устья тампонажной смесью. В качестве тампонажной смеси предусматривается применение базового тампонажного портландцемента ПЦТ (ГОСТ 1581–85). Технические характеристики тампонажного портландцемента ПЦТ приведены в таблице 15.

Таблица 15 –Технические характеристики тампонажного портландцемента ПЦТ

Тип смеси	В/Ц	Сроки схватывания, ч–мин		Плотность, т/м ³	Основные свойства
		начало	окончание		
Базовый	0,5	2–00	10–00	1,8–1,9	Хорошая текучесть и прокачиваемость

Технология тампонирования скважины:

- приготовление тампонажной смеси с учетом всех требований, соотношений и кондиций;
- закачивание тампонажной смеси насосом в скважину;
- заполнение скважины тампонажной смесью от забоя до устья скважины;
- установка репера с порядковым номером на устье скважины.

Рекультивация всех площадок предусматривается после проведения всех геологоразведочных работ на завершающих стадиях. Рекультивация буровых площадок предусматривает расчистку от порубочных остатков, использования в качестве топлива, расчистку от бытовых и технических отходов.

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность - ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ICCSR 26000:2011 "Социальная ответственность организации").

Лицензионная площадь проектируемых поисковых работ по объекту Джункун-Отулахский (9939,4 км²) административно расположена в западной части Республики Саха (Якутии), в пределах Мирнинского и Сунтарского районов. Выполнение работ проектируется в соответствии с Дополнением №1 к лицензии ЯКУ № 02994 КП и Геологическим заданием на проведение ревизионно-поисковых работ на алмазы в пределах Мало-Ботуобинского лицензионного участка в 2012-2014 гг.

Поисковые и поисково-оценочные работы намечается выполнять на 7 перспективных участках: Джункунский (1351 км²); Отулахский (25 км²); Медвежий (25 км²); Глубокий (2,6 км²); Приразломный (3,3 км²); Чуоналырский (60 км²); Кюелляхский (30 км²).

3.1 Производственная безопасность

Во время проведения запроектированных работ люди подвергаются воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимаются явления, процессы и объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека. Эти опасности принято называть опасными и вредными производственными факторами. Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ в районе, формирующие опасные и вредные факторы, приведены в табл. 16.

Все рабочие перед выездом на полевые работы сдают экзамены по технике безопасности. Не сдавшие экзамены к полевым работам не допускаются. Рабочие, принимаемые на полевые работы, также проходят курс обучения и получают инструктаж по технике безопасности (вводный и на

рабочем месте). Обучение и инструктаж фиксируются в специальном журнале. Повторный инструктаж рабочих проводится не реже одного раза в квартал.

Таблица 16 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении разведочных работ

Этапы работ	Наименование запроектированных видов параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74.)	
		Опасные	Вредные
Полевой	1. Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования 2. Бурение скважин и вспомогательные работы	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов 2. Электрический ток. 3. Избыточное давление в насосе	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Тяжесть физического труда 3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. 4. Превышение уровней шума и вибрации 5. Недостаточная освещенность рабочей зоны

3.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.

При проведении работ используются буровые станки, автомобильный транспорт различного назначения, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм.

К числу защитных мероприятий относятся:

- проверка наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов;
- соблюдение безопасных дистанций при перевозке, монтажно-демонтажных работ, указанных в ПБ ГРП 2005 г.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062 – 81 ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь размеры, приведённые в табл. 17 и быть установлены таким образом, чтобы прочность ограждения была установлена с учетом нагрузки, определяемой по усилиям воздействия на ограждение работающего, разрушающихся частей оборудования или выброса. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

Таблица 17 – Размеры и диаметры ограждений (ГОСТ 12.2.062 – 81)

Диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки (сетки), мм	Расстояние от ограждения до опасного элемента, мм
До 8	Не менее 15
Св. 8 до 10	Св. 15 до 35
"10" 25	"35" 120
"25" 40	"120" 200

При непосредственном бурении скважин необходимо руководствоваться ПБ ГРП 2005 г.

А также согласно ГОСТ 12.2.062-81 на буровой установке необходимо проводить:

- плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств;
- проверку состояния и устранения дефектов смазочных устройств;
- очистку узлов и деталей от наружной грязи;
- проверку состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;
- необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты, представленной в табл. 18.

Таблица 18 – Спецодежда, спецобувь и средства индивидуальной защиты

Наименование	ГОСТ, ОСТ, ТУ на изготовление	Количество, шт.
Костюм брезентовый или х/б с водоотталкивающей прошивкой	ГОСТ 27653-88	На каждого члена бригады
Сапоги кирзовые	ГОСТ 5394-89	
Рукавицы брезентовые	ГОСТ 12.4.010-75	
Валенки	ГОСТ 18724-80	
Каска защитная "Труд"	ГОСТ 12.4.087-84	
Полушубок	ГОСТ 4432-71	
Каска противошумная ВЦНИИОТ-2	ТУ1-01-0201-79	
Респиратор типа "лепесток"	ГОСТ 12.4.028-76	
Предохранительный пояс верхового	ГОСТ 32489-2013	2
Монтажные когти и пояс	-	2
Сумка брезентовая для инструмента и работы на высоте	-	2
Виброгасящие коврики под ноги у пульта бурильщика и АКБ -3М	ГОСТ 26568-85	2
Очки открытые (ОЗО)	ГОСТ 12.4.023-84	6
Очки закрытые (ОЗЗ)	ГОСТ 12.4.253-2013	6
Подставка диэлектрическая	ГОСТ 4997-75	2

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов. Этот опасный фактор необходимо учитывать при проведении опробовательских работ, так как отбор проб будет осуществляться с помощью специальных инструментов, таких как зубило, молоток и кайло.

Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за острую кромку или заусенец инструмента можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами, соблюдение формы одежды (все пуговицы на спец. одежде должны быть застегнуты, полы одежды не болтаются), периодическая проверка технического состояния используемых при отборе проб инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

Электрический ток

Опасностью в буровом здании может оказаться:

– открытый трансформаторный шкаф;

- открытые участки пульта управления бурового станка;
- оголенные провода и кабели.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое, механическое. Термическое действие характеризуется нагревом тканей, вплоть до ожогов; электролитическое – разложением органических жидкостей, в том числе и крови; биологическое действие электрического тока проявляется в нарушении биоэлектрических процессов и сопровождается раздражением и возбуждением живых тканей, и сокращением мышц.

К факторам, определяющим действие тока на организм, относятся:

- сила тока;
- время воздействия;
- вид тока;
- частота переменного тока;
- место приложения;
- состояние здоровья;
- возраст;
- влажность;
- количество кислорода в воздухе.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038 – 82 устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности

действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА, согласно ГОСТ 12.1.038 – 82.

Основными мерами по обеспечению безопасности, прежде всего, являются:

- организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования помещения;
- обеспечение недоступности токоведущих частей при работе;
- регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током,
- установка оградительных устройств (коробы, щиты), предупреждающих прикосновение людей к элементам сети, находящимся под напряжением;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- защитное заземление и защитное отключение.

Данный фактор регламентируется нормативными документами ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.1.030 – 81, ГОСТ 12.1.038 – 82.

Для защиты от поражения электрическим током используется система заземления представляет собой контур шнуровых заземлений. Общее сопротивление заземления не должно превышать 4-х Ом для обеспечения безопасности работ.

Избыточное давление в буровом насосе

Буровой насос, узлы гидросистемы, нагнетательная и всасывающая магистрали, в случае неисправности, представляют различного рода опасности для организма человека.

К ним относятся:

- воздействие промывочной жидкости на поверхности кожи человека;
- возможность нанесения травмы за счёт механического или гидродинамического удара (срыв шланга, удар за счет напорной струи).

Защитные мероприятия должны проводится по ПБ ГРП 2005 г., по пунктам 5.3.26–5.3.29, а именно: буровые насосы и их обвязка, компенсаторы,

трубопроводы, шланги и сальники перед вводом в эксплуатацию и после каждого монтажа должны быть опрессованы водой на полуторное расчетное максимальное давление, предусмотренное геолого-техническим нарядом, но не выше максимального рабочего давления, указанного в техническом паспорте насоса. Предохранительный клапан насоса должен срабатывать при давлении ниже давления опрессовки. Результаты опрессовки должны быть занесены в акт.

3.1.2 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

1. Полевой этап

1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Климат района резко континентальный. Максимальная температура воздуха наблюдается в июле (+26 °С), минимальная – в январе (-43° С), среднегодовая составляет (-5°) – (-7°) С. Среднегодовое количество осадков достигает 600 мм, их максимум приходится на лето. Снег полностью сходит к середине июня, а начинает выпадать во второй половине сентября. Снежный покров, достигающий к концу зимы 1,5–2,2 м, устанавливается обычно к 15 октября.

Оптимальный микроклимат характеризуется сочетанием таких параметров, которые обуславливают сохранение нормального функционального состояния организма.

Работы будут производиться круглогодично. Буровые работы связаны с постоянной работой на открытом воздухе. Для защиты персонала от погодных явлений буровая установка должна быть оснащена подсобными помещениями.

В летний период при работе на открытом воздухе для предотвращения перегрева предусматривается сооружение навеса. Использование сезонной одежды, головных уборов, а также предусматривается сооружение навеса в жаркое время и теплых помещений в холодную и дождливую погоду ГОСТ 12.4.221 – 2002.

В жаркие, солнечные дни, как бы не было жарко, рабочие будут в одежде (из хлопчатобумажной или льняной ткани) и в головном уборе. ГОСТ 12.4.221 – 2002. Также для профилактики неблагоприятного влияния высокой температуры воздуха будут соблюдаться рациональное питание и правильный питьевой режим. В зимнее время работники будут обеспечены комплектом спецодежды, согласно нормам приказа Минздравсоцразвития России от 01.09.2010 №777н. Комплект спецодежды включает в себя костюм с водоотталкивающей пропиткой, рукавицы комбинированные, костюм на утепляющей прокладке, сапоги резиновые с вставным утеплителем.

2. Тяжесть физического труда

Тяжесть физического труда наиболее всего проявляется при проведении работ по опробованию рудных тел. Основным при выполнении данного вида работ является физический труд, в результате которого происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека.

В соответствии с руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса критерии и классификация условий труда Р2.2.2006-05, введенным в действие 1 ноября 2005 года, к физическим нагрузкам для мужчин предъявляются следующие требования

Таблица 19 – Тяжесть физического труда

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий			
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
	1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг*м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м:	До 2500	До 5000	До 7000	Более 7000
1.2. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м	До 125000	До 25000	До 35000	Более 35000
1.3. При перемещении груза на расстояние более 5 м	До 24000	До 46000	До 70000	Более 70000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час):	До 15	До 30	До 35	Более 35
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены:	До 5	До 15	До 20	Более 20
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	До 20000	До 40000	До 60000	Более 60000

Окончание таблицы – 19

3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	До 10000	До 20000	До 30000	Более 30000
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс·с)				
4.1. Одной рукой:	До 18000	До 36000	До 70000	Более 70000
4.2. Двумя руками:	До 36000	До 70000	До 140000	Более 140000
4.3. С участием мышц корпуса и ног:	До 43000	До 100000	До 200000	Более 200000
5. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км				
5.1. По горизонтали	До 4	До 8	До 12	Более 12

Работы, выполняемые на рабочем месте буровой установки, оцениваются по большему числу параметров как тяжелый труд 1 степени. Для снижения результатов воздействия данного фактора необходимо чередование периодов работы и отдыха.

3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки, мокреца, иксодовых клещей, отмечается присутствие змей и медведей. Имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после укуса клеща, сопровождается высокой температурой. Клещи располагаются на ветвях деревьев, кустарниках и травах и цепляются за одежду проходящего человека. Клещи наиболее активны в конце мая – середине июня в любое время суток и в любую погоду, кроме сильных дождей. Змеи обычно располагаются под камнями и крупными стволами лежащих деревьев. Медведей в районе отмечается большое количество.

Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами и индивидуальными медицинскими пакетами. Для избегания укусов змей следует быть предельно внимательным при передвижении в поисковых маршрутах и особенно при организации привала на обед. Медведи в летнее время, из-за обилия ягод, грибов и шишек, не так агрессивны. Но следует также вести себя предельно осторожно и внимательно при проведении геологических работ. Всем членам поисковых групп будут выдаваться предупредительные факела, применение которых предполагает отпугивание животных.

Общие требования безопасности рассмотрены в ГОСТ 12.1.008 – 78

4. Превышение уровней шума и вибрации

Основными источниками шума на буровой являются: буровой станок, насос, вращающаяся колонна бурильных труб.

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве. Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям. Общее между ними то, что они связаны с переносом энергии. При определенной величине и частоте эта энергия может выступать как вредный или опасный производственный фактор.

Признаки воздействия шума на организм человека проявляются как в виде специфического поражения органов слуха, так и в быстрой утомляемости, снижении реакции работающего.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-2014);

– использование средств индивидуальной защиты от шума (наушники, вкладыши), работающие по принципу поглощения шума.

Вибрация – механические колебательные движения объекта, передаваемые человеческому телу или отдельным его частям при непосредственном контакте. Источник вибраций на буровых – все работающие механизмы.

Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация наиболее вредна, чем местная. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов. Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-2004 приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Гигиенические нормы уровней виброскорости ГОСТ 12.1.012-2004.

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	—	108	99	93	92	92	92	—	—	—	—
Локальная вибрация	—	—	—	115	109	109	109	109	109	109	109
Общая транспортная:											
вертикальная	132	123	114	108	107	107	107	—	—	—	—
горизонтальная	122	117	116	116	116	116	116	—	—	—	—

Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера.

Профилактика заключается в применении вибробезопасных инструментов, соблюдения оптимальных режимов труда.

Защита от вибрации включает в себя организационные, технические и медико-профилактические мероприятия.

К организационным мероприятиям относится ограничение времени воздействия вибрации для лиц виброопасных профессий, разработка внутреннего режима труда, реализуемого в технологических процессах.

Режим труда должен устанавливаться в показателе превышения вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза). При показателе превышения более 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию ГОСТ 12.1.012-2004.

К техническим мерам относятся: снижение вибрации в источнике точной балансировкой вращающихся частей и изменением резонансной частоты системы, виброгашение путем установления механизмов на самостоятельные фундаменты и применение динамических виброгасителей; виброизоляция препятствующая передаче вибрации от источника (механизма) к защищаемому объекту (обрезиненные рукоятки, резиновые подстилки); все сотрудники, участвующие в геологоразведочном производстве, будут обеспечены спецодеждой, спец обувью, (2 пары сапог: кирзовые и резиновые) в соответствии с характером выполняемой ими работы согласно действующим нормам, утверждённым Министерством труда и социального развития РФ № 61 от 8.12.1997 г. (с изменениями на 5 мая 2012 года).

К медико-профилактическим мероприятиям относятся гимнастические упражнения (1...2 раза в смену), полезны тепловые ванны, массаж конечностей, проведение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров, витаминотерапия.

5. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.

Во всех рабочих помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым концентрациям вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым ГОСТ 12.1.005-88.

Образование вредных веществ, при геологоразведочных работах, может быть от нескольких факторов:

1. Геологический фактор. Этот фактор сопровождается геологическим разрезом и свойствами горных пород. Горные породы, слагающие пласты, опасные по взрывам, насыщены вредными газами.

2. Производственный фактор. Это фактор сопровождается работой различных машинных механизмов. Выхлопные газы (отходящие газы) — отработавшее в двигателе рабочее тело. Являются продуктами окисления и неполного сгорания углеводородного топлива. Как правило, этот фактор действует на всех этапах работ, при транспортировке оборудования и непосредственно при бурении. Практически все оборудование работает на дизельном топливе. В состав выхлопных газов дизельного топлива входит множество токсичных компонентов, ПДК всех токсичных компонентов выхлопных газов дизеля приведены в таблице 21.

Таблица 21 – ПДК токсичных компонентов выхлопного газа дизеля

Компонент	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация мг/м ³		
		в воздухе рабочей зоны	среднесуточная в атмосфере населенных пунктов	максимальная разовая
Сажа	3	3,5	0,05	0,15
СО	4	20,0	3,0	5,0
NO _x	2	2,0	0,04	0,085
CH _x	2–4	—	1,5	5,0
Акролеин	2	0,7	0,03	0,03
Формальдегид	3	0,5	0,035	0,035
SO ₂	3	10,0	0,05	0,50
Бензапирен	1	1,5·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁶	—

Еще одним производственным фактором является поддержание температуры в помещении и на буровой в холодное время года, Обеспечение тепла производится с помощью топки печей, основным топливом служит древесина, при ее сгорании выделяется углекислый газ, также являясь вредным веществом. ПДК углекислого газа 5 мг/м³.

К мероприятиям по снижению влияния выброса вредных веществ при геологоразведочных работах можно отнести:

- применение альтернативного топлива, изменение конструкции ДВС с целью полного сжигания горючей смеси.
- организация вентиляции
- утилизация или нейтрализация вредных выбросов.

– применение индивидуальных средств защиты: маски, противогазы.

3.2 Экологическая безопасность

Важнейшее место в создании здоровых и безопасных условий труда, снижение трудоёмкости процессов и повышение культуры производства занимает выполнение мероприятий по охране труда, промышленной и экологической безопасности.

Земельные участки

Любое вмешательство в окружающую среду, в нашем случае бурение скважины, не остается бесследным. Поэтому при проведении работ появляются негативные воздействия на земельные участки, такие как: захламлении почв мусором при несоблюдении предусмотренного вывоза отходов, усиление процессов заболачивания в связи с нарушением естественных ложбин стока, техногенное нарушение мезорельефа и микрорельефа. После строительства скважины необходимо провести мероприятия, направленные на восстановление земель:

1. Должна быть проведена рекультивация - комплекс мероприятий, направленных на восстановление земельных отводов, нарушенных производственной деятельностью, для дальнейшего землепользования.

2. Необходимо проводить горнотехническую и биологическую рекультивацию.

3. Горнотехническая рекультивация включает в себя подготовку освобождающейся от буровых работ территории для дальнейшего землепользования:

- остатки дизельного топлива и моторного масла сжигаются;
- отработанный глинистый раствор вывозится для дальнейшего использования на других скважинах и регенерируется;
- оборудование и железобетонные покрытия демонтируются и вывозятся;
- перекрытия амбаров для сброса шлама и нефти засыпаются слоем грунта не менее 0,6 м;

– земельные отводы, нарушенные производственной деятельностью, покрываются почвенным слоем и дерном;

– откосы в горных местностях укрепляются битумными эмульсиями, силикатными слоями, плетнями и засыпаются привозным грунтом слоем не менее 0,1 м.

Любое вмешательство в окружающую среду, в нашем случае бурение скважины, не остается бесследным.

Водные ресурсы

С целью охраны водного и животного мира не допускается химический отлов рыбы, отстрел птицы и зверя.

Дизельные станции, гаражи и мастерские для ремонта техники планируются, покрываются подушкой из гравия и песка, снабжаются поддонами для сбора ГСМ. Склад ГСМ будет удален от реки, окопан и огорожен. Емкости для перевозки ГСМ снабжаются поддонами и герметически закрываются.

Отработанные масла собираются в специальные емкости и вывозятся за базу.

Лесные ресурсы

При производстве работ будут максимально использованы старые дороги. Возмещение ущерба лесхозу предусмотрено сметой. Расчистка площадок, трасс подъездных путей и профилей будет производиться бензопилами. Ценная древесина уйдет на строительство, а не кондиция будет использована в качестве дров. Для предотвращения пожаров весь персонал инструктируется о безопасности ведения работ в лесу, автотранспорт, тракторная техника оборудуются искрогасителями. Особое внимание уделяется соблюдению предосторожностей при разведении костров и дымокуров. Порубочные остатки уничтожаются только в пожаробезопасный период.

3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Классификация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения:

1. Техногенного характера (пожары, взрывы, аварии);
2. Природного характера (землетрясения, оползни, обвалы, сильный дождь, сильный снегопад, засуха, заморозки);
3. Биолого-социального и социального характера (инфекционные заболевания людей);
4. Экологического характера (резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения, истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечение технологических процессов);

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

При проведении проектируемых работ наиболее вероятными и разрушительными являются землетрясения и лесные пожары.

Землетрясение – любое внезапное сотрясение поверхности земли, вызываемое прохождением сейсмических волн через кору Земли. Землетрясения могут вызываться естественными явлениями – разрушением геологических разломов, вулканической деятельностью, оползнями, или событиями, вызванными людьми – взрывами месторождений и ядерными экспериментами. Наиболее распространены землетрясения в горных и предгорных районах.

Землетрясение чаще всего происходит внезапно. Заблаговременно предупредить население об опасности почти невозможно. Большей частью для практических действий людям отводится всего несколько секунд.

Последствия землетрясений

Сильные землетрясения оставляют множество следов, особенно в районе эпицентра: наибольшее распространение имеют оползни и осыпи рыхлого грунта и трещины на земной поверхности. Характер таких нарушений значительной степени определяется геологическим строением местности. В рыхлом и водонасыщенном грунте на крутых склонах часто происходят оползни и обвалы, а мощная толща водонасыщенного аллювия в долинах деформируется легче, чем твердые породы. На поверхности аллювия образуются просадочные котловины, заполняющиеся водой. И даже не очень сильные землетрясения получают отражение в рельефе местности.

Меры защиты от землетрясений

Прогноз землетрясений недостаточно совершенен. Он позволяет лишь предположить, где следует ожидать крупное землетрясение, и с некоторой вероятностью определить срок, когда оно произойдет. В связи с этим крайне необходимы меры защиты от причиняемого землетрясениями ущерба.

Когда происходит сильный подземный толчок, многие здания получают повреждения или разваливаются. Главная причина этого – низкое качество построек. Разрушительное воздействие землетрясений связано с неустойчивостью грунта, с использованием сырцового кирпича или непрочной каменной кладки, что приводит к падению крыш и печных труб, растрескиванию фундаментов и стен.

Чтобы избежать катастрофических последствий в особо сейсмоопасных районах могут быть приняты некоторые административные меры. Для контроля землепользования и типов построек, разрешенных в зонах высокой сейсмичности, должны быть обязательны ограничения, налагаемые сейсмическим районированием. Это относится, например, к районам с неустойчивыми насыпными грунтами и к районам, где развиты оползни.

Строительные нормы и правила должны определять стандарты различных зданий. Учет различного уровня риска в связи с особенностями геологической обстановки, выполняемый с помощью карты сейсмической опасности должен стать обычной практикой строительных и страховых компаний. Все эти меры контроля, путем районирования, совершенствования строительных норм и классификации зданий по уязвимости, особенно необходимы для предотвращения человеческих жертв и катастрофических разрушений при будущих подземных толчках в районах сейсмической опасности.

Пожарная и взрывная безопасность

Одной из опаснейших чрезвычайных ситуаций является пожар на рабочем месте. Пожар – это неконтролируемое горение, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Основные причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры), электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии.

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения.

Согласно нормативным документам буровая установка относится к наружным установкам категории *Вн*. В буровой установке присутствуют негорючие и горючие вещества, легковоспламеняющиеся жидкости (дизтопливо, трансмиссионное масло, гидравлическое масло), материалы в раскаленном состоянии (печь, электроды в процессе сварки), процесс которых сопровождается выделением тепла, а также твердые вещества (дрова, использованная ветошь), которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Буровая установка имеет привод от ДВС или электродвигателя, поэтому под двигателем должен быть установлен металлический противень для сбора стекающего масла. Запрещается заправлять работающий двигатель

горючим и смазочным материалом, а также пользоваться для освещения открытым огнем при заправке баков с горючим и определении уровня горючего в баке. Противопожарный щит должен быть установлен в 8–10 м. от рабочего места бурильщика. Требования пожарной безопасности должны полностью соответствовать нормативным документам ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 12.1.010-76.

Мероприятия противопожарной безопасности:

- проведение инструктажей по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;
- огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки, приведенные в таблице 22;
- разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;
- полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов;
- резервуары с горючим необходимо хранить на специальных площадках, на расстоянии не ближе 50 м от буровой установки, также необходимо учитывать рельеф местности. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы при возникновении пожара разлившаяся горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

Таблица 22 – Сроки проверки параметров ОТВ и перезарядки огнетушителей

Вид используемого ОТВ	Срок (не реже)	
	проверки параметров ОТВ	перезарядки огнетушителя
Пена *	Раз в год	Раз в год
Порошок	Раз в год (выборочно)	Раз в 5 лет
Углекислота (диоксид углерода)	Взвешиванием раз в год	Раз в 5 лет

Особые требования предъявляются к размещению огнетушителей. Их подвешивают на высоте не более 1,5 м от уровня пола до верхней точки огнетушителя и на расстоянии не менее 1,2 м от края двери при ее открывании.

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж.

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены. Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Противопожарный инвентарь

№ п/п	Наименование	Количество
1	Огнетушители пенные ОВП-4	2 шт.
2	Огнетушители углекислотные ОУ-2	2 шт.
3	Ящик с песком емкостью 0,5 м ³	1 шт.
4	Емкость с водой 250 л.	1 шт.
5	Комплект шанцевого инструмента: Лопаты Багры Ломы Топоры	2 шт. 2 шт. 2 шт. 2 шт.
6	Противопожарные ведра	2 шт.
7	Противопожарный щит	1 шт.

3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельному выполнению работ по бурению скважин допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2...14 смен (в зависимости от

характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица.

Все рабочие, специалисты и студенты-практиканты при работе в районах, опасных по эпидемическим заболеваниям, подлежат обязательным предохранительным прививкам в порядке, устанавливаемом Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

Работа в условиях повышенной опасности должна производиться по наряду-допуску с указанием необходимых мер безопасности. Перечень работ, на выполнение которых необходимо выдавать наряд-допуск, и лица, уполномоченные на их выдачу, утверждаются главным инженером предприятия.

3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проведении буровых работ буровые установки обеспечиваются контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, согласно существующим требованиям. Буровые площадки должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его

заменяющим) проводится дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА

4.1. Организация ремонтной службы

Транспортная база АК «АЛРОСА» располагается в районе проводимых работ, где находятся: механическая мастерская с необходимым количеством металлообрабатывающих станков, сварочный цех. Поэтому, нарезка труб, штанг, изготовление инструмента, различные ремонтные работы будут проводиться силами механической службы предприятия.

Профилактические работы бурового оборудования производится непосредственно на буровых, силами буровой бригады, согласно графику планово-предупредительного ремонта (ППР).

Основанием на ремонт является дефектная ведомость, которая составляется после бурения. Ведомость составляется старшим механиком по эксплуатации оборудования в присутствии бурового мастера.

Планирование работ по планово-предупредительному ремонту осуществляется в соответствии с нормативами. Годовой график планово-предупредительного ремонта составляется главным механиком совместно с начальниками производственных участков и буровыми мастерами. При составлении графиков учитывают техническое состояние оборудования, длительность его эксплуатации, выполнение предыдущих ремонтов, технологическую связь с другими звеньями производства. Проект годового графика планово-предупредительного ремонта утверждает главный инженер.

На базах осуществляется проверка качества бурильных и обсадных труб, их сортировка, и ремонт. Также на базе производится изготовление переводников. Помимо всего прочего базы занимаются доставкой труб на участок и вывозом с «буровой» изношенного оборудования и труб.

4.2. Организация электроснабжения

Энергоснабжение участка работ, будет осуществляться при помощи дизельных электростанций. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, т.к. подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ.

Снабжение дизелей топливом будет осуществляться ежедневно с ёмкости объёмом 5000 литров, с периодичностью раз в неделю заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую специализированным автомобилем ГАЗ.

4.3. Транспортный цех

Хорошая организация транспорта геологической партии является одним из важнейших условий, обеспечивающих успешность её работы.

Транспорт партии должен обеспечивать:

- перевозку различных грузов от баз снабжения и складов поставщиков до складов партии и обратно (внешний транспорт);
- перевозку рабочих и ИТР, а также оборудования, инструментов, материалов от базы партии до участка работ и обратно;

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

1. Вахтовый транспорт(УРАЛ) – для доставки персонала от базы партии до участка работ и обратно;
2. Грузовой транспорт (УРАЛ) – транспортировка необходимых грузов с базы;
3. Служебный транспорт (УАЗ, УРАЛ) – для доставки смен к месту буровых работ, для привоза работников геологических и других служб;
4. Бульдозер ЧЕТРА – используется для планирования площадок под буровые установки и для передвижения бурового оборудования;
5. Водовозный транспорт (УРАЛ) – для доставки воды на буровую.

4.4. Диспетчерская служба

В целях повышения качества управления организуются диспетчерская служба. Основная задача диспетчерской службы – обеспечение ритмичности работы всех подразделений с учётом сложившейся обстановки.

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

1. Приём, анализ, обработка и распределение информации о состоянии производства работ, необходимой для составления и корректировки планов, а также регулирования производства;

2. Приём аварийных заказов и распределение их по цехам, информирование соответствующих специалистов об аварии и доставка их в случае необходимости к месту аварии, контроль за выполнением заказов обслуживающими цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;

3. Ведение ежедневного учёта выполняемых работ;

4. Передача распоряжений руководителей организации.

Связь с базой будет осуществляться при помощи спутниковой связи, и производиться буровым мастером каждое утро. Мастером будет передаваться краткий отчёт о проделанной работе за сутки, а также запрос на требуемое оборудование.

4.5. Служба КИП и средства автоматизации

Проектом предусматривается работа КИА в процессе сооружения скважин. С помощью специальной аппаратуры на буровой можно убрать недостатки, возникающие в процессе бурения и повысить эффективность работы буровой.

Контрольно-измерительная аппаратура должна работать в весьма широком диапазоне изменения температуры воздуха с повышенной влажностью, быть устойчивой к воздействию пыли, брызг, вибрации и ударов, а также колебаниям электрического напряжения.

В связи с отдаленностью ведения буровых работ, нет возможности осуществлять каждодневный надзор за аппаратурой. Это вызывает необходимость в повышении требований к надежности приборов.

Всем этим вышеперечисленным требованиям соответствует КИП. Скважины будут буриться передвижной буровой установкой ПБУ-2.

5. БУРЕНИЕ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

Многолетней мерзлотой (или многолетнемёрзлыми горными породами) называют горные породы, промёрзшие на значительную глубину и не оттаивающие в течение длительного времени – от нескольких десятков лет до многих тысячелетий.

При разведочном бурении основной причиной осложнений на всех этапах сооружения скважин в мерзлых породах является недостаточно внимательное отношение к температурному фактору, необходимости его сознательного регулирования.

В этой работе рассмотрены три способа очистки забоя скважины при бурении многолетнемерзлых пород:

- с продувкой воздухом;
- с применением газожидкостных систем;
- с применением промывочных жидкостей.

5.1. Бурение скважин в мерзлых породах с продувкой воздухом

Сжатый воздух в отличие от воды и глинистых растворов не замерзает при бурении в мерзлых породах. Поэтому полностью устраняются осложнения, связанные с замерзанием промывочной среды.

Массовые расходы воздуха обычно в 15–25 раз меньше массовых расходов любой промывочной жидкости, а его теплоемкость в 4 раза меньше. При одной и той же начальной температуре воздух несет в 60–100 раз меньше тепла, чем промывочная жидкость. Это существенно снижает опасность осложнений, связанных с протаиванием мерзлых пород. Воздух значительно эффективнее солевого раствора, который хотя и не замерзает в скважине, но легко может нарушить естественное агрегатное состояние льда в мерзлых породах путем его растворения.

Сжатый воздух, снижая опасность и остроту осложнений, связанных с протаиванием пород, не устраняет этих осложнений полностью. На выходе из компрессора он имеет повышенную температуру (70–80°C), которая может приводить к протаиванию мерзлоты и всегда вызывает выпадение и

замерзание в циркуляционной системе конденсата с последующими осложнениями.

При выпадении конденсата из воздуха могут возникнуть специфические осложнения: слипание частиц шлама, образование сальников, замерзание конденсата в соединениях, уменьшение проходных сечений, прижоги породоразрушающего инструмента, прихваты и др. Эти осложнения также вызваны недоучетом температурного фактора при бурении.

Охлаждение и осушение сжатого воздуха на поверхности позволяет простейшим образом устранить осложнения, связанные с выпадением конденсата. Подаваемый в бурильные трубы непосредственно от компрессора теплый сжатый воздух при движении по скважине охлаждается, что вызывает выпадение конденсата в бурильных трубах и кольцевом канале. Предварительно охлажденный и осушенный сжатый воздух может лишь поглощать влагу в призабойной зоне и кольцевом канале, где он контактирует с породами, содержащими влагу в жидкой или твердой фазах. При этом полностью устраняются выпадение конденсата и все связанные с ним осложнения. Нагревающийся при движении по скважине охлажденный воздух осушает ее.

Для регулирования и нормализации температурного режима скважин при бурении с продувкой в мерзлых породах необходимо в первую очередь разработать и внедрить на производстве эффективную систему принудительного охлаждения и осушения сжатого воздуха.

При колонковом разведочном бурении используются двухступенчатые компрессоры, оснащенные одним промежуточным холодильником между первой и второй ступенями для снижения затрат энергии на сжатие воздуха. После второй ступени сжатый воздух без принудительного охлаждения поступает в ресивер. Поэтому его температура на выходе из ресивера компрессорных станций типа ДК-9 или ЗИФ-55 может составлять 70–80 °С.

Для полного устранения осложнений при бурении в мерзлых породах вполне достаточно снизить температуру нагнетаемого в бурильные трубы сжатого воздуха приблизительно до -10°C .

Из существующих способов охлаждения сжатого воздуха наиболее простым и дешевым является теплообмен с естественным хладоносителем. На Крайнем Севере и Северо-Востоке в зимний период имеются идеальные условия для охлаждения сжатого воздуха до отрицательных температур за счет теплообмена с атмосферным воздухом в поверхностных (разделительных) теплообменниках. Возможно применение и других естественных хладоносителей (многолетнемерзлых пород и льда). Так, в практике буровых работ известен способ охлаждения сжатого воздуха с помощью поверхностного теплообменника, погружаемого в шурф, пройденный в мерзлых породах, а также с помощью двухнитевого трубопровода, помещенного в скважину, пройденную в мерзлых породах и заполненную незамерзающей жидкостью. Эффективность охлаждения можно повысить, пропуская сжатый воздух по герметичной выработке в мерзлых породах, что дает возможность достижения отрицательных температур как зимой, так и летом.

Во всех случаях бурения с продувкой воздухом, охлажденным до отрицательных температур, сохранялись устойчивость и прочность стенок скважины. Признаки поверхностного протаивания отмечались при форсированных режимах, но стенки скважины сохраняли монолитность.

Преимущества охлажденного сжатого воздуха в качестве очистного агента при бурении скважин в мерзлых породах окончательно проверены практикой внедрения этого эффективного технологического средства на буровых работах в районах Крайнего Севера, Северо-Востока страны и в приполярных районах.

5.2. Бурение скважин в мерзлых породах с применением газожидкостных систем

Газожидкостные системы, используемые в качестве самостоятельных очистных агентов, делятся на аэрированные жидкости, туманы и пены. Пены представляют собой, как правило, многофазные дисперсные системы, в которых дисперсионной средой служит жидкость, а дисперсной фазой – газ. Аэрированные жидкости отличаются от пен тем, что в них концентрация газа значительно ниже, пузырьки газа не связаны между собой и имеют шарообразную форму. К пенам относятся дисперсные системы, в которых газообразная фаза составляет основную часть объема – до 99 %.

Ряд существенных технологических преимуществ газожидкостных систем обуславливается известными преимуществами входящих в них компонентов – жидкости и газа. Так, успех, достигаемый от применения газожидкостных систем, объясняется присутствием в них газовой фазы, позволяющей в широком диапазоне снижать, например, гидростатическое давление столба очистного агента, обеспечивать лучшие условия удаления из скважины бурового шлама и т.д. Однако жидкая фаза, содержащая различные поверхностно-активные вещества (ПАВ), химические реагенты (КМЦ, гипан и др.), а также глинопорошок, смазывающие, ингибирующие, противоморозные и другие добавки, позволяющие повысить показатели бурения, создает лучшие условия для нормального охлаждения и работы породоразрушающего инструмента по сравнению с продувкой скважины сжатым воздухом.

5.2.1. Теплофизические свойства пен

Стабильные пены можно представить, как гетерогенные системы, в которых геометрические и физические свойства повторяются в пространстве в течение определенного времени их существования. При этом теплоемкость газового компонента значительно ниже жидкостного. Поскольку передача тепла в пене идет через пузырьки газа и жидкие пленки между ними, то с

ростом плотности пены теплопроводность ее будет также повышаться. Однако теплопроводность пены мала из-за присутствия в ней газовой фазы.

При бурении с применением пены растепления многолетнемерзлых пород в стенках скважины и керна практически не происходит, так как расход ее мал, запас теплоты пенного потока невелик и начальная температура пены низкая. Пена не требует предварительного охлаждения в отличие от всех других известных очистных агентов.

Применение пены позволяет упростить конструкцию скважин и тем самым снизить расход обсадных труб. Механическая скорость бурения с пеной по мерзлым породам в среднем составляет 5,0 м/ч, с промывкой – 1,81 м/ч и при бурении «всухую» – 0,62 м/ч.

При бурении многолетнемерзлых пород можно ограниченно применять пену без ввода в нее противоморозных добавок. В табл. 24 приведены данные о времени замерзания пены в зависимости от состава пенообразующего раствора и температуры окружающих пород.

Таблица 24 – Время замерзания пены

Состав водного раствора	Время замерзания	
	При $T_{\text{п}} = -5^{\circ}\text{C}$	При $T_{\text{п}} = -10^{\circ}\text{C}$
Сульфонол (0,5 %) + КМЦ (0,25 %)	1,5	1,5
Сульфонол (1 %) + КМЦ (0,25 %) + NaCl (7 %)	14	2
Сульфонол (1,5 %) + КМЦ (0,25 %) + NaCl (10 %)	25	4

Пресные пены при прекращении циркуляции замерзают, сохраняя ячеистую структуру, разрушение которой в скважине не представляет особых трудностей.

5.3. Бурение скважин в мерзлых породах с применением промывочных жидкостей

Промывочные жидкости на водной основе могут быть полимерглинистые с малым содержанием твердой фазы, полимерглинистые и полимерные безглинистые. В эти жидкости могут вводиться различные реагенты-стабилизаторы, пенообразователи, а также смазывающие, противокоррозионные, противоморозные и другие добавки.

В районах Крайнего Севера и северо-востока России промывочные жидкости используются при бурении пород с отрицательными и положительными температурами. В этих условиях применение даже пресных растворов имеет свои особенности, определяемые в первую очередь климатическими (низкие температуры окружающего воздуха), организационными (дальность перевозок, длительность хранения материалов, трудность водоснабжения и др.), а также экономическими показателями (повышенная стоимость используемых материалов и др.).

Область применения глинистых растворов весьма обширна. В качестве самостоятельных промывочных жидкостей их используют во всех случаях, когда бурение скважин с промывкой технической водой невозможно. Они значительно улучшают очистку скважин от выбуренной породы и вынос песка, служат для временного крепления несцементированных пористых и трещиноватых пород, для проходки зон поглощений и т.д.

Для обеспечения нерастепливаемости пород температура промывочной жидкости, нагнетаемой в скважину, должна быть в пределах от 0 до $-2,5^{\circ}\text{C}$ и по возможности близкой к температуре окружающих пород. При бурении нефтяных и газовых скважин роторным и турбинным способами считается, что для предупреждения осложнений в процессе бурения температура жидкости должна быть близкой к 0°C .

С целью предупреждения промораживания жидкости в скважинах при бурении в зонах многолетнемерзлых пород в США предложен оригинальный метод. Он заключается в изоляции стенок скважины от раствора с помощью

устанавливаемой в ней по всей мощности зоны надувной трубы. При подаче воздуха труба расширяется и прижимается к стенкам скважины. Давление воздуха в трубе поддерживается равным давлению жидкости в скважине. Данная система может быть легко извлечена из скважины. После проходки зоны многолетнемерзлых пород ствол скважины во всех случаях закрепляется обсадными трубами.

Однако бурение скважин с промывкой растворами, имеющими положительные температуры, может привести к усложнению конструкции скважины.

По данным бурения скважин на месторождениях отмечалось, что даже незначительное протаивание пород в стенках скважин служило причиной кавернообразования.

Для предупреждения разрушения льда при роторном бурении колонковыми долотами температуру промывочной жидкости на выходе из скважины поддерживали равной $-3,3^{\circ}\text{C}$. При глубине скважины до 570 м инвертную эмульсию охлаждали, например, до $-6,7^{\circ}\text{C}$. При этих условиях обеспечивался подъем нерастепленного керна.

Учитывая трудность регулирования температуры жидкости в зависимости от ее вязкости, длительности циркуляции и глубины скважины, нужно выбирать такую минимальную начальную температуру, при которой гарантировалась бы нерастепляемость пород в стенках скважин.

Чтобы в процессе бурения предохранить многолетнемерзлые породы от растепления, частоту вращения и осевую нагрузку на забой можно изменять при одновременном изменении количества подаваемой в скважину жидкости. Только предварительным охлаждением промывочной жидкости обеспечить стабилизацию многолетнемерзлых пород невозможно. Необходимо регулировать режимные параметры, в том числе режим циркуляции жидкости, ее физико-химический состав, характеризующий в первую очередь теплофизические и смазывающие свойства.

Кроме того, при установлении рациональных реологических свойств промывочных жидкостей нельзя не учитывать возможного их изменения под действием температурного фактора.

При оценке величины вязкости глинистых растворов следует также учитывать, что с повышением глубины скважины и ростом гидростатического давления вязкость увеличивается. Известно, что при изменении давления от 0,1 до 100 МПа вязкость возрастает на 5–6 %.

Замечено, что при использовании соленой воды растепление пород меньше, чем при циркуляции по скважине глинистого раствора. Это можно объяснить тем, что при применении промывочных жидкостей с пониженной вязкостью степень охлаждения раствора в затрубном кольцевом пространстве ниже, чем вязкой среды. В среднем при рассмотренных условиях растепление льда при промывке скважины соленой водой не превышало 0,085 м, а при использовании глинистого раствора – 0,105 м.

Тепловое воздействие способствует эрозионному разрушению многолетнемерзлых пород, которое увеличивается при росте скорости и спиралевидном движении потока промывочной жидкости в затрубном пространстве, а также при большом содержании твердой фазы в растворе. При тепловом воздействии создаются условия для образования обвалов пород, формирования каверн, т.е. нарушается нормальный процесс углубления скважин.

Для охлаждения промывочной жидкости в районах Крайнего Севера и северо-востока предложены различные способы. Наиболее универсальным из них, обеспечивающим охлаждение промывочной жидкости в любое время года, является способ, предусматривающий применение специальных теплообменников и холодильных установок.

Во ВНИИКРнефти разработана система, в которой использованы теплообменники с эвтектическим льдом, намораживаемым в результате естественного зимнего холода. При этом промывочная жидкость охлаждается при циркуляции в специальных теплообменниках – накопителях холода.

Теплообменник представляет собой металлическую емкость, оснащенную системой труб, пропущенных через лед, заполняющий емкость. При бурении под кондуктор в условиях Тюменской области расходовалось около 17 м³ эвтектического льда. К сожалению, данная система не может обеспечить работу в летний период; для охлаждения жидкости летом предложено использовать охлаждающие смеси.

Температуру замерзания промывочной жидкости, как правило, устанавливают на 2–3 °С ниже температуры пород в стенках скважины. Однако если учесть, что излишнее засоление воды (раствора) может вызывать повышенное разрушение льда, то, по-видимому, разница в один градус достаточна.

Для понижения температуры замерзания жидкости можно рекомендовать соли NaCl, KCl, Na₂CO₃ и др. Применение неорганических солей в качестве противоморозной добавки рационально при введении в промывочную жидкость добавок ОП-7 + АНП-2.

Известно, что для получения низко- температуростойких промывочных жидкостей более эффективно применение таких органических добавок, как этиловый спирт, глицерин, этиленгликоль, полиэтиленгликоль, а также добавки ПАВ.

Международный опыт бурения показывает, что в настоящее время существует несколько способов охлаждения бурового раствора:

1. Естественное охлаждение. В случае, когда температура раствора при возвращении из скважины выше, чем температура окружающей среды (бурение в зимний период), при движении раствора по наземной обвязке он будет охлаждаться за счет теплообменных процессов с оборудованием и окружающей средой.

2. Охлаждение при использовании твердых хладагентов. В емкости с буровым раствором помещается твердое вещество с низкой температурой, не вступающее в химическую реакцию с жидкостью. Охлаждение также происходит за счет теплообменных процессов. Применяется в случаях, когда

температура окружающей среды незначительно выше температуры раствора, выходящего из скважины.

3. Принудительное охлаждение специальным оборудованием. Применяется в случаях, когда температура окружающей среды значительно выше температуры раствора, выходящего из скважины [3].

5.4. Вывод

- С продувкой охлажденным воздухом

Преимущества. Простота регулирования температурного режима. Низкое влияние отрицательной температуры на очистной агент. Высокая экологическая безопасность.

Недостатки. Необходимость дополнительного оборудования. Дороговизна транспортировки и размещения оборудования для производства холода. Сезонность метода. При остановке циркуляции – осаждение шлама на забой, что вызывает необходимость повторного разбуривания породы на забое. Ухудшение условий очистки скважины от выбуренной породы.

- С применением газожидкостных дисперсных систем (ГЖС, пены)

Преимущества. Экономичность. Низкая теплопроводность. Увеличение скорости бурения скважины. Возможность выноса крупных частиц выбуренной породы – диаметром до 4–5 см. Снижение коррозионной агрессии на трубах. Сокращение прихватов бурового инструмента. Плохое проникновение в пористую среду, что позволяет осуществлять бурение в условиях аномального пластового давления. Повышение проходки на долото.

Недостатки. Необходимость дополнительного оборудования. Увеличение времени на восстановление циркуляции при длительных остановках процесса бурения. При низких отрицательных температурах пена быстро замерзает даже при наличии морозостойких добавок.

- С промывкой охлажденным буровым раствором

Преимущества. Удобство регулирования давления. Простота использования. Практически не зависит от времени года.

Недостатки. Необходимость дополнительного оборудования. При длительной циркуляции на больших глубинах (>300 м) происходит растепление горной породы. Дороговизна оборудования для охлаждения растворов. Дороговизна различных добавок. Сильное влияние температуры горной породы на очистной агент, и наоборот.

В разведочном бурении наиболее эффективным способом очистки забоя скважины является применение газожидкостных промывочных смесей. При этом существующие недостатки не повлияют на эффективность их применения. Во-первых, необходимо дополнительное оборудование при использовании и воздуха, и раствора. Во-вторых, глубина залегания ММП небольшая (в среднем – до 120–150 м), а поэтому нет необходимости останавливать циркуляцию очистного агента в скважине. В-третьих, самая низкая температура в скважине -5 °С, что означает, что при использовании морозостойких добавок в составе газожидкостной смеси она не будет быстро замерзать и создавать помехи в процессе бурения.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

АЛРОСА — российская группа алмазодобывающих компаний, занимающая лидирующую позицию в мире по объёму добычи алмазов (по состоянию на 2012 год). Корпорация занимается разведкой месторождений, добычей, обработкой и продажей алмазного сырья. Основная деятельность сосредоточена в Якутии, а также в Архангельской области и Африке.

АЛРОСА добывает 95 % всех алмазов России, доля компании в мировом объёме добычи алмазов составляет 25 %. Компания располагает разведанными запасами, достаточными для поддержания текущего уровня добычи не менее 18-20 лет. Прогнозные запасы АЛРОСА составляют около одной трети общемировых запасов алмазов.

6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения геологоразведочных работ

6.2.1. Технический план

(таблица видов и объемов проектируемых работ)

Исходя из объемов и наличия проектируемых видов работ при сооружении скважин, составлена табл. 25.

Таблица 25 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		ед. изм.	кол-во		
1	2	3	4	5	6
1	Разбивка профилей мерной лентой вместе с вешением и км тригонометрическим нивелированием для проведения геофизических работ	км	50	Работы производятся в труднодоступных местах, в условиях горного рельефа, пересеченной местности, в условиях резкоконтинентального климата	Цифровые и оптические теодолиты, рейки, карты.
2	Перенесение на местность проекта расположения точек (скважин, буровых площадок)	точка	60		
3	Аналитическая привязка точек (скважин, буровых площадок) способом засечек с передачей высот тригонометрическим нивелированием	точка	60		
4	Расчистка площадей от леса с помощью мотобензопилы, кат. труд. 4 шириной 5 м (дорога, буровые площадки)	км	4,45		Мотопилы
8	Колонковое бурение разведочных скважин передвижной установкой, вращатель шпиндельного типа	м	15557,7		Буровые установки, буровой снаряд,
10	Крепление верхней части разреза разведочных скважин обсадными трубами	скв.	60		Буровые установки, буровой снаряд, вспомогательное оборудование

Окончание таблицы – 25

11	Тампонирующее БСС в ослабленных зонах для предотвращения потерь скв. промывочной жидкости и обрушения стенок скважин	скв.	60	Работы производятся в труднодоступных местах, в условиях горного рельефа, пересеченной местности, в условиях резкоконтинентального климата	Буровое оборудование, обсадные трубы, тампонажные смеси
12	Замер уровня воды в скважинах в процессе бурения	1 изм.	22284		Уровнемеры
13	Очистка скважины	1 пром.	60		Компрессор
14	Ликвидационный тампонаж глинистым раствором	скв.	60		Глинистый раствор, буровой насос

6.2.2. Расчет затрат времени

Затраты на создание проектно-сметной документации по объекту определяются по ССН-93, вып. 6, табл. 5, гр.4 (количество видов проектируемых работ более 5 - маршруты, горные работы, бурение, ГИС, топороботы, опробование, лабораторные и технологические исследования, составление ТЭО кондиций и т.д.) и составляют 6,85 чел-мес или 173,99 чел-дн. В установленном порядке проектно-сметная документация проходит геолого-экономическую экспертизу. Разведочные работы на рудное золото проводятся в течение 11,5 месяцев с применением следующих видов работ:

- поисковые маршруты;
- горные работы;
- буровые работы;
- гидрогеологические, инженерно-геологические исследования;
- геофизические исследования в скважинах;
- топографо-геодезические работы;
- опробовательские работы.

Таблица 26 – Расчет затрат времени на бурение скважин в сложных условиях отбора керна

Виды работ	Ед. изм.	Номера норм времени по ССН-92, Доп., в.5	Норма времени ст-см	Попр. коэфф.	Норма времени с учетом попр. коэфф., ст-см	Объем работ	Затраты времени на весь объем, ст-см
1	2	3	4	5	6	7	8
Колонковое бурение разведочных скважин передвижной установкой, вращатель шпиндельного типа							
диам. 132 мм, V кат.	1м	т.5,с.113-7	0,11	1,1	0,121	155	18,76
VII кат	1м	т.5,с.113-9	0,18	1,1	0,198	285	66,63
IX кат.	1м	Доп., т.28, с.1-6	0,49	1,1	0,539	90	48,51
диам. 96 мм, VIII кат., п.и.	1м	т.5, с.76-10	0,18	1,1х1,2	0,238	1597	432,57
IX кат., п.и.	1м	т.5, с.76-11	0,23	1,1х1,2	0,304	818	247,87
IX кат.	1м	т.5, с.76-11	0,23	1,1	0,253	923	351,23
X кат.	1м	т.5, с.76-12	0,30	1,1	0,33	747	163,35
Итого разведочные						4615	1328,92

6.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады

Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады приводится в табл. 27. Расчеты ведутся в соответствии с принятыми нормами и правилами для геологоразведочных работ (ССН 93, т.14, т.15.).

Таблица 27 – Расчет затрат труда

	Должности и Квалификации	Норма затрат труда, в чел-днях по ССН	Затраты труда на объем	Количество Человек
	Инженерно-технические работники (ИТР):			
	1. Начальник участка	0,07	23,06	1
	2. Инженер по буровым работам	0,21	69,19	1
	3. Инженер-механик	0,25	82,37	1
	4. Буровой мастер	0,29	95,56	1
	ИТОГО:	0,82	270,18	4
	Рабочие			
	1. Машинист буровой установки (5 разряд)	1	329,51	2
	2. Помощник бурильщика (4 разряд)	0,5	164,76	4
	ИТОГО:	0,5	494,27	6

6.2.4. Расчет количества материалов и оборудования

Спецификация основного оборудования, инструментов и материалов для выполнения запланированных буровых работ приведена в табл. 28.

Таблица 28 – Спецификация основного оборудования, инструментов и материалов для выполнения запланированных буровых работ

Наименование оборудования, инструментов, материалов	Единица измерения	количество	
		на 1 скв.	на весь
1	2	3	4
Буровая установка ЗИФ 650:	шт.	1	1
Буровой станок ЗИФ 650	шт.	1	1
Буровой компрессор НВ- 10	шт.	1	1
Буровая мачта МНБ - 800	шт.	1	1
Буровой снаряд:			
снаряд ОКС	шт.	1	1
снаряд НQ	шт.	1	1
бурильные трубы НWL	шт.	100	
обсадные безнишпельные трубы	шт.	1	4

Окончание таблицы – 28

ключи	шт.	4	4
вилки	шт.	2	2
Дополнительное буровое оборудование:			
трубодержатель ПРТ	шт.	1	1
лебедка ССК	шт.	1	1
установка для приготовления п. ж.	шт.	1	1
зумпф	шт.	1	1
Вспомогательное оборудование, сопутствующее			
автоцестерна УРАЛ-4320	шт.	1	2
автомобиль УАЗ	шт.	1	1
Бульдозер ShantuiSD16	шт.	1	1
дизельная мотопомпа МПД-700Е	шт.	1	2
рации	шт.	1	3
Расходные материалы:			
твердосплавные коронки СА-6	шт.	1	3
алмазные коронки Crealuis	шт.	1	7
расширители	шт.	1	3
кернаровальные кольца	шт.	1	4
Эмульсионные иполимерныерастворы,	меш.	1	10
ГСМ	л.		20

6.2.5. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад

Обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ напрямую зависят от затрат времени на бурение всего объема скважин.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (60скв):

$$N_{бур} = H_{скв} \cdot n, \quad (28)$$

где $H_{скв}$ – норма времени на бурение, ст-см на 1 скважину; n – количество скважин, шт.

$$N_{бур} = 29,28 \cdot 60 = 1756,8 \text{ ст-см.}$$

Затраты времени на монтаж-демонтаж и перевозку буровой установки с мачтами, смонтированными на полозьях вместе со зданием:

$$N_{\text{мд}} = H_{\text{м-д}} \cdot n, \quad (29)$$

где $H_{\text{м-д}}$ – норма времени на монтаж, демонтаж и перевозку буровой установки (СН 93, т.81,), ст-см на 1 монтаж-демонтаж; n – количество скважин, шт.

$$N_{\text{м-д}} = 2,2 \cdot 60 = 132 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы. Виды вспомогательных работ, сопутствующих бурению:

– промывка.

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} \cdot n, \quad (30)$$

где $H_{\text{пром}}$ – норма времени на промывку скважин (СН 93, т.64), ст-см на 1 промывку; n – количество скважин, шт.

$$N_{\text{всп}} = 0,17 \cdot 60 = 10,2 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт

$$N_{\text{ппр}} = N_{\text{бур}} / 103 \cdot 4, \quad (31)$$

$$N_{\text{ппр}} = 1756,8 / 103 \cdot 4 = 4,26 \text{ ст-см}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{бур}} + N_{\text{мд}} + N_{\text{всп}} + N_{\text{ппр}}; \quad (32)$$

$$N_{\text{общ}} = 1756,8 + 132 + 10,2 + 4,26 = 1903,26 \text{ ст-см.}$$

Расчёт фактической коммерческой скорости

$$П_{\text{мес}} = O / N_{\text{общ}} \cdot 103, \quad (6.6)$$
 где $П_{\text{мес}}$ – производительность труда буровой бригады за месяц; O – объем бурения, м; $N_{\text{общ}}$ – общие затраты времени; 103 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в три смены.

$$П_{\text{мес}} = 15557,7 / 1903,26 \cdot 103 = 793 \text{ м/м.}$$

Расчёт бригад и проектной продолжительности буровых работ

$$n = O / П_{\text{мес}} \cdot T_{\text{усл}}, \quad (33)$$

где n – коэффициент загрузки бригад; $T_{\text{усл}}$ – условное время, необходимое на выполнение проектных работ, 1,5 мес.

$$n = 15557,7 / (793 \cdot 1,5) = 13,07.$$

Принимаем количество бригад $n=2$.

$$T_{\text{пл}} = O / (П_{\text{мес}} \cdot n_{\text{бр}}), \quad (34)$$

$$T_{\text{пл}} = 15557,7 / (793 \cdot 2) = 9,8 \text{ мес.}$$

Число установок принимаем равным 2. На предприятии действует установленный режим работы – 12 ч (2-х сменная работа), что не влияет на правильность расчетов, в которых учитываются нормы на бурение скважин по 8 ч/см (при 3-сменной работе).

6.3. Стоимость проектируемых работ

Общая сметная стоимость работ по проекту (табл. 29) рассчитывается в соответствии с —Инструкцией по составлению проектов и смет». Сметная стоимость проектируемых работ буровых работ приведена в табл. 29.

6.3.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ–1)

Общая сметная стоимость работ по проекту (табл. 29) рассчитывается в Соответствии с «Инструкцией по составлению проектов и смет»

Таблица 29 – Сметная стоимость проектируемых буровых работ
(СМ-1)

№	Наименование работ и затрат	объем		Единица сметная расценка, руб	Сметная стоимость объема работ, руб.
		Ед. изм.	Кол-во		
I	ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ				21 759 968
	А. Собственно ГРП				
	Сметные работы	руб.	2	299 164	598 328
	Бурение	м	15557,7	2600	4450 020
	— монтаж	скв.	60	1852	111120
	— аж-демонтаж	скв.	60	17 650	1 059 000
	— вспомогательные работы	1пром.	60	830	49800
	— промывка;	скв.	60	4850	291000
	— тампонаж;	м	15557,7	11,502	178944
	— ГИС	м	62562	1263	7 747 242
	— камерные работы	проб	552,06	2036	127 376 232
	— лабораторные работы	м	15557,7	51,74	804 955
	— роторные работы				
	— опробование				
	Итого полевых работ				18 666 641
	Организация полевых работ	%	1,2ΣПР		2 143 999
	Ликвидация полевых работ	%	0,8ΣПР		1 429 333
					Итого осн.расх. 12 239 973
	Б. Сопутствующие работы и затраты				
	— строительство временных зданий и сооружений	%	15ΣПР		2 799 996,2
	— транспортировка персонала	%	3ΣПР		5 59 999,23
	— транспортировка грузов	%	3ΣПР		5 59 999,23
	— транспортировка вахт				
	Итого сопутствующие работы и затраты				3 519 994,7

Окончание таблицы – 29

II	НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ	%	30ΣOP		6 927 990,4
III	ПЛАНОВЫЕ НАКОПЛЕНИЯ	%	30ΣHP +OP		8 706 387,4
IV	КОМПЕНСИРУЕМ ЫЕ ЗАТРАТЫ				
	– поле	%	7A+B		1 383 197, 8
	вое довольствие	%	2		4 95 199, 36
	– допл	%	1		2 197 599, 68
	аты	%	0,5		1 098 799, 84
	– реку	%	3		6 592 799
	льтивация земель				
	– лесо				
	билет				
	– прем				
	ии рабочим				
V	ПОДРЯДНЫЕ РАБОТЫ –топографо-геодезические работы				1 087 281
V	РЕЗЕРВ	%	3%A+B		6 592 799
	Итого стоимость				40 742 022
	НДС	%	18		7 573 564
	Итоговая цена с учётом НДС		Σ%18		48 315 586

6.3.2. Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5), сметно-финансовые и прочие сметные расчеты

При определении сметной стоимости по видам геологоразведочных работ используется СНОР-93. Сметная стоимость работ, не предусмотренных справочником, определяется по сметно-финансовым расчетам (СФР).

К показателям “Заработная плата”, “Дополнительная зарплата” и “Отчисления на соцнужды” применяется районный коэффициент – 1,8 (Постановление Правительства РФ от 13.05.92 г. №309). К показателям “Материалы” и “Амортизация” применяется коэффициент – 1,4.

Таблица 30 – Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5)

№	Статьи основных расходов	Чистое бурение $Q=15\,557,7\text{ м.};$ $N_{\text{бур}} = 1756,8\text{ ст-см.}$		Монтаж-демонтаж $N = 260$		Вспомогательные работы $N_{\text{всп}} = 10,2\text{ ст-см.}$	
		По СНОР	С учетом $K_{\text{зн}}$	По СНОР	С учетом $K_{\text{зн}}$	По СНОР	С учетом $K_{\text{зн}}$
1	2	4	5	6	7	8	9
1	Основная заработная плата	2051	2666,3	3446	4479,8	1906	2477,8
2	Отчисления на соц нужды (30,5%)	626	813	1051	1366	581	756
3	Материалы	4731	5677,2	11999	14398,8	2764	3317,4
4	Амортизация	945	1134	2847	3416,4	926	1111,2
	Итого на расчётную единицу, руб./ст-см		10530,5		24051,3		7933,4
	Итого основных расходов на объём, руб.		18499982,4		6253338		80920,68

Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (по форме СМ-4) представлен в табл. 31.

Таблица 31 – Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (СМ-4)

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	Старший инженер-геолог	чел-дн	20	689	13780
2	Инженер-геолог	чел-дн	37	476	17619
3	Техник-геолог	чел-дн	14	421	5824
4	Итого основная заработная плата				37293
5	С районным коэффициентом (1,8%)				67127

Окончание таблицы – 31

6	Дополнительная заработная плата (7,9%)				3535
7	Итого с дополнительной заработной платой				48287
8	Отчисление на соц. нужды (30,5%)				14728
9	Затраты на материалы (5%)				2414
10	Затраты на услуги (15%)				7243
11	Всего основных расходов				70982

6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

6.4.1. Календарный план

Таблица 32 – Выполнение работ на участке «Призаломный»

Наименование основных видов работ и этапов их выполнения	Сроки выполнения	
	Начало	Окончание
Этап 1. Составление и утверждение проектно-сметной документации; сбор, анализ, комплексная интерпретация геологической, геофизической и геохимической информации. Подготовка макета геолого-поискового плана участка «Призаломный» в масштабе 1:2000	II квартал 2017 г.	III квартал 2017 г.
Этап 2. Выявление условий залегания, промышленных параметров залежей алмазных руд с использованием геофизических и горно-буровых работ. Локализация перспективных участков с оценкой прогнозных ресурсов категории С ₁	III квартал 2017 г.	IV квартал 2017 г.
Этап 3. Завершение горно-буровых работ. Локализация прогнозных ресурсов алмазопроявления категории Р ₁ – 31 т и запасов категории С ₂ – 34 т.	IV квартал 2017 г.	IV квартал 2017 г.

Вывод: Проведено технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ. Затраты на проведение работ составят 48,315,586. рублей. Ожидаемое время выполнения работ составляет 9 месяцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены все разделы для осуществления поисково-оценочного бурения. В геологическом разделе произведено описание географо-экономических характеристик и геологических условий данного разреза Джункун-Отулахского объекта.

В технической части проекта произведен выбор и обоснование буровой установки, способа бурения, конструкции и профиля проектной скважины, типоразмеров коронок по интервалам бурения, режимы бурения для каждого интервала, очистного агента.

Представлены вспомогательные цеха и службы предприятия. Рассмотрены вопросы безопасности в рабочей зоне, охраны окружающей среды, и чрезвычайные ситуации.

В экономической части отражена структура и организационные формы бурового предприятия, произведен расчёт нормативной продолжительности сооружения скважины, разработан календарный план-график строительства скважины, рассчитана сметная стоимость сооружения скважины.

В специальной части проекта рассмотрели бурение в многолетнемерзлых породах. Приведено их описание, принцип работы. Выявили более оптимальный способ очистки забоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о результатах ревизионно-поисковых работ на алмазы в пределах Мало-Ботуобинского лицензионного участка (объект Джункун-Отулахский) 2012-2014г АК «АЛРОСА».
2. Проектирование буровых машин и механизмов: учебное пособие / С.Я. Рябчиков; Томский Политехнический Университет. – Томск: Издательство Томского Политехнического университета, 2005. – 114 с.
3. Пономарев П.П., Каулин В.А. Отбор керна при колонковом геологоразведочном бурении. – Л.:Недра, 1989. – 256 с.
4. Юшков А.С. Кернометрия. – М.: Недра, 1989 – 224 с.
5. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В.Г. Храменков, В.И. Брылин; Томский политехнический университет. – 2-е изд.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 244 с.
6. Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые: Учеб. пособие/ В.В. Нескоромных.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 327 с.
7. Правила безопасности при геолого-разведочных работах ПБ ГРР 2005 г.
8. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 27653-88 Костюмы мужские для защиты от механических воздействий, воды и щелочей. Технические условия
10. ГОСТ 5394-89 Обувь из юфти. Общие технические условия
11. ГОСТ 12.4.010-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3)
12. ГОСТ 18724-88 Обувь валяная грубошерстная. Технические условия
13. ГОСТ 12.4.087-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Каски строительные. Технические условия

14. ГОСТ 4432-71 Спецодежда полушубки овчинные нагольные мужские
15. ГОСТ 12.4.028-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Респираторы ШБ-1 "Лепесток". Технические условия (с Изменениями N 1, 2)
16. ГОСТ 32489-2013 Пояса предохранительные строительные. Общие технические условия
17. ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация (с Изменением N 1)
18. ГОСТ 12.4.023-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Щитки защитные лицевые. Общие технические требования и методы контроля (с Изменениями N 1, 2)
19. ГОСТ 12.4.253-2013 (EN 166:2002) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования
20. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия (с Изменениями N 1-7)
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
22. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)
23. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)
24. ГОСТ 12.4.221-2002. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования.

25. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 1 сентября 2010 г. N 777н "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды.

26. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999.

27. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования

28. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1)

29. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования

30. Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты № 61 от 8.12.1997 г. (с изменениями на 5 мая 2012 года)

31. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

32. РД 51-1-96 Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин.

33. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин.

34. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

35. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

36. ПОТ РО 14000-005-98 Положение. Работы с повышенной опасностью. Организация проведения.

37. П-44-16.1-00-01 Положение «О порядке организации безопасного ведения одновременного производства буровых работ, освоения, реконструкции, эксплуатации и ремонту скважин на кусте»